2 | I

Vol. XI. 1934.

Acta Societatis Botanicorum Poloniae

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

WYDANO Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.
WARSZAWA

SPIS ALFABETYCZNY RZECZY TOMU XI.

(Table alphabétique de matières au vol. XI).

Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. XI. №. 1. 1934.

TADEUSZ SZYNAL.
Laboratoire de Botanique de la Faculté Agricole et Forestière de l'École Polytechnique de Lwów.
(*entré le 9.XI 1933*).

ETUDES BIOMÉTRIQUES SUR LES RACINES.

Comme on le sait, la morphologie de la tige principale est régie par la loi de Ludwig. D'après cette loi le nombre le plus fréquent d'organes disposés en verticilles sur la tige principale est égal a un terme de la série de Ludwig qu'on obtient en multipliant les nombres de Fibonacci·

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34.....

par 1, 2, 4, 8.....

Les faits qui s'y rapportent ent été établis pour les organes latéraux: rameaux, feuilles, fleurs, petales etc.[1]). Il est probable que la disposition des tissus dans la tige principale est aussi conditionnée par la même loi.

Ce probleme n'a pas encore été abordé pour la racine. Ici il est très naturel de commencer par la structure interne. Les faisceaux libériens et ligneux sont en effet disposés toutjours en verticille. On peut donc poser la question, si le nombre de plus fréquent de faisceaux rentre dans la loi de Ludwig, de la manière qu'on voit dans la tige.

Le problème ainsi posé, je me suis mis à étudier les racines principales des Monocotyledones. Je me suis borné aux racines principales par analogie avec la tige, dont l'axe principal seulement suit la loi de Ludwig. J'ai choisi pour

[1]) Comparez: D. Szymkiewicz. Sur la portée de la loi de Ludwig. Acta Societatis Botanicorum Polonie, Vol. V. 1928. 390—395.

l'étude les Monocotyledones pour avoir les faisceaux les plus nombreux possibles. En effet, les premiers 6 nombres de la série naturelle appartiennent à la série de Ludwig. Par conséquent, pour trancher la question, il faut avoir des nombres de faisceaux supérieures à 6. Or, de tels nombres sont tout à fait exceptionnels dans les racines des Dicotyledones et rares chez les Gymnospermes.

Je me suis d'abord assuré que le nombre de faisceaux ne change pas le long de la même racine. Il en est ainsi dans les racines principales. Au contraire, dans les racines adventives, ce nombre n'est pas constant pour une racine donnée: p. ex. chez le maïs j'ai constaté sur dix racines adventives dans quatre les variations du nombre de faisceaux— de 10 à 12 dans deux cas, de 10 à 11 dans un cas et 11 à 12 dans un cas.

Comme la racine principale chez les Monocotyledones a une existance éphémère, j'ai pris les plantules très jeunes, avec les racines à peine sorties de la graine ou du caryopse. En somme, j'ai trouvé les nombres suivants:

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 14.

On y voit deux nombres qui n'entrent pas dans la série de Ludwig, à savoir 7 et 14. Par conséquent, la racine n'est pas régie par la loi de Ludwig. On constate ainsi encore une différence entre la tige et la racine.

Je donne ci-dessous les séries statistiques trouvées.

Zea Mays.

Nombres de faisceaux	9	10	11	12	13	**14**	15	16	17	18	19
Fréquence de ces nombres	1	1	8	40	73	**100**	64	50	28	11	4

Hordeum vulgare.

7	**8**	9
20	**35**	5

Avena sativa.

8	**7**	8
2	**24**	4

Triticum vulgare.
sorte locale: de Lwów.

6	**7**	8
3	**49**	2

Triticum vulgare.
sorte: Inalletabile.

7	**8**	9
1	**39**	0

Secale cereale. L.

4	5	**6**	7	8
4	6	**53**	31	1

Arrhenatherum elatior.

4	**5**	6	7
2	**31**	18	1

Phleum pratense.

3	**4**
3	**17**

Poa pratensis.

2	3	**4**
3	17	**25**

Festuca rubra.

3	**4**	5
6	**28**	6

Festuca pratensis.

4	5
33	18

Poa pratensis.

2	**3**
3	**20**

Beckmannia eruciformis.

2	**3**	4
0	**20**	0

Allium cepa.

2	3
20	0

Il m'est un agréable dévoir de remercier M-lle Gizbert pour avoir mis à ma disposition les semences du blé de sa collection et la Station de culture des tourbières à Sarny pour les semences des graminées.

J. TRELA
(z Instytutu Botanicznego Un. Jag.)
(wpłynęło 6.XII.1933).

FRAGMENT Z POLODOWCOWEGO ROZWOJU LASÓW POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI PUSZCZY SANDOMIERSKIEJ W ŚWIETLE ANALIZY PYŁKOWEJ.

(Die postglaziale Waldentwicklung des süd-östlichen Teiles des Sandomierien-Urwaldes auf Grund der pollenanalytischen Untersuchung).

WSTĘP.

Materjału do niniejszej pracy dostarczyły wiercenia świdrem torfowym, wykonane na torfowisku w Woli Żarczyckiej tuż koło reliktowego stanowiska Zieliny pontyjskiej (*Azalea pontica*) i w Grodzisku Dolnem na jednem z jeziorek „dyluwjalnych", położonem na gruncie gospodarza Misia. W pierwszem miejscu pobrałem materjał na wiosnę w r. 1929, jako uczestnik wycieczki Instytutu Botanicznego Uniw. Jag., z drugiego zaś w październiku 1930 r., korzystając z zasiłku udzielonego mi na ten cel przez prof. W. Szafera.

Na tem miejscu niech mi wolno będzie złożyć wyrazy głębokiego podziękowania Prof. Dr. W. Szaferowi, tak za inicjatywę do pracy, jak i za pomoc materjalną, a Dr. M. Nowińskiemu za serdeczną gościnność i ułatwienia przy pracy w terenie.

A. JEZIORKA „DYLUWJALNE" W OKOLICY GRODZISKA.

a) Zbadane jeziorko, jego położenie i stratygrafja.

Torfowisko w Grodzisku wypełnia nieckę małego jeziorka, leżącego wśród nieprzepuszczalnych glin dyluwjalnych drugiego polskiego zlodowacenia, zwanego *Cracovien* (6). Ma kształt elipsy, której dłuższa oś mierzy 120 kroków, a krótsza 60. Nawierzchnia przedstawia dziś typ torfowiska niskiego ze stanowczą przewagą turzyc (*Carex*). Mchy z rodzajów *Sphagnum* i *Polytrichum* wkraczają tylko na maleńkie sztuczne kopce, powstałe z materjału, wyrzuconego z kanału, zrobionego w celu odwodnienia. Tu wchodzą też świeżo: *Betula verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Alnus glutinosa* i *Salix caprea*.

Wykonane wiercenia stwierdziły następujący układ warstw:

W i e r c e n i e I — najgłębsze, w środku jeziorka:

0,0 — 0,3 m — ciemny torf, z korzeniami dzisiejszych roślin (C);
0,3 — 1,85 m — żółto-brunatny torf, typu mieszanego (B);
1,85 — 2,0 m — torf zmieszany z podległą gliną (A);
2,0 — 3,0 m — glina blado-sina (A_0) w stanie mokrym, po wyschnięciu blado-szara. Taka sama glina jest w rowie odwadniającym na skraju, przyległego do jeziorka, lasu. Poddana próbie na zawartość $CaCO_3$ (HCl), dała wynik negatywny, tak w próbkach z profilu (pobranych co 10 cm), jak i z wspomnianego rowu.

W i e r c e n i e II — na dłuższej osi elipsy:

0,0 — 0,3 m — ciemny torf (C);
0,3 — 1,75 m — żółto-brunatny torf mieszany (B);
1,75 — 1,90 m — torf z blado-siną gliną (A);
1,90 — 2,50 m — glina blado-sina (A_0) jak w I.

W i e r c e n i e III — na dłuższej osi elipsy:

0,0 — 0,3 m — ciemny torf (C);
0,3 — 1,0 m — żółto-brunatny torf (B);
1,0 — 1,5 m — glina (jak wyżej) z widoczną domieszką drobnego piasku.

W i e r c e n i e IV — na krótszej osi elipsy:

wykazało takie same warstwy jak wiercenie II.

W i e r c e n i e V — na krótszej osi elipsy:

0,0 — 0,5 m — torf brunatny;
poniżej 0,5 m — glina z drobnym piaskiem, jak w III.

b) Typy jeziorek według ich powierzchni.

Podobnych jeziorek „dyluwjalnych", jak zbadane, jest w okolicy Grodziska około 50 (3). Leżą one prze-

ważnie na nieprzepuszczalnych glinach dyluwjalnych. Głębokość ich wynosi 2 m, a rzadko 3 m (3). Większość z nich nie posiada naturalnego odpływu. Już na oko według ich zawartości można w nich wyróżnić 3 typy:

1) jeziorka słabo zarośnięte roślinnością, tylko przy brzegu widoczną i z środkiem zajętym przez wodę;

2) jeziorka zarośnięte przez torfowiska, a więc takie jak jeziorko zbadane;

3) jeziorka, które pokryły kiedyś torfy, ale potem,—prawdopodobnie wskutek wybrania ich przez człowieka — została niejako zregenerowana ich dawna powierzchnia wodna.

Także i drugi typ ma na powierzchni wodę, ale tylko perjodycznie, w czasie większych ulew lub roztopów śnieżnych.

c) Dotychczasowe poglądy na genezę i wiek jeziorek w Grodzisku.

Poglądy na genezę jeziorek były różne. M. Łomnicki (1) przypisywał ich powstanie wodom z roztopów lodowcowych, a obok tego przypuszczał jakieś bliżej nieokreślone wypłukiwanie piasków przez wodę gruntową. V. Hilber (w 2) wiązał ich genezę z wytryskiwaniem źródeł. W. Łoziński (2) rozpatruje kilka możliwości ich powstania, zalicza je do typu „Sölle“ i tłumaczy ich powstanie hipotezą „martwego lodu“. S. Pawłowski (3) zgadza się na przynależność jeziorek do typu „Sölle“, a oprócz tego zastanawia się nad możliwością ich przetrwania od czasu starszego zlodowacenia, co mogło mieć miejsce dzięki położeniu na działach wodnych, w starych i suchych już dziś rynnach odpływowych i wogóle na terenach o słabo rozwiniętej sieci wodnej, zdala od większej rzeki, wykonującej swą pracę erozyjną. Również loes nie mógł zasypać jeziorek, bo ten w miejscu ich położenia, albo nie tworzył się wcale, albo tylko w bardzo małym stopniu.

d) Wiek jeziorek na podstawie analizy pyłkowej.

Jeziorka — o których mowa — wiążą autorowie ze starszem zlodowaceniem niżu polskiego. Przy dzisiejszym stanie wiedzy o zlodowaceniach naszego kraju można powiedzieć, że leżą one przy południowej granicy lądolodu zwanego L_3 lub obecnie *Cracovien* (6).

Większość z przytoczonych wyżej poglądów wiąże genezę jeziorek z lądolodem tego okresu. Przeczy temu jednak

osad, jaki w nich leży i jego miąższość. Jest to tylko torf, silniej shumifikowany jedynie w dolnych warstwach, niezbity, a więc stosunkowo bardzo młodego i napewno postglacjalnego wieku. Niemożliwą rzeczą jest przypuścić, aby w ciągu dwóch długich okresów międzylodowcowych, t. j. *Masovien I* i *Masovien II* (6) inwazja roślinna nie zaatakowała wcale tafli wodnej tych jeziorek i żeby nie pozostawiła śladów swych w postaci torfów, gyttyj lub t. p. utworów dennych. Z niedużej grubości torfu, z jego stanu, oraz resztek roślinnych (tab. 1 i 2) sądząc, należy odnieść czas powstania tych jeziorek do jednego z okresów postglacjalnych, a mianowicie do okresu nazwanego przez Blytt-Sernandera *atlantyckim*, a przez L. von Posta oznaczonego cyfrą „II".

Tak przedstawia się przypuszczalny wiek jeziorek w okolicy Grodziska; jaka zaś jest ich geneza, tego na podstawie badań analityczno-pyłkowych rozstrzygnąć nie można. W każdym razie mogą te badania — przynajmniej częściowo — dopomódz geologom i geomorfologom do wyjaśnienia genezy powstania tych zagadkowych, bądź co bądź, tworów.

B. TORFOWISKO W WOLI ZARCZYCKIEJ I JEGO STRATYGRAFJA.

Torfowisko zajmuje tu nieduży skrawek terenu, objęty podkową wydmy piaszczystej, na której rośnie *Azalea pontica* w towarzystwie rodz. *Rubus*, *Frangula alnus*, *Pinus silvestris* i innych roślin. Samo torfowisko zarastają olszyny, wśród których na skraju sadowią się pojedyńcze okazy zieliny. W stronę północną od wydmy przechodzi torfowisko w typ kwaśnej łąki, zarosłej zrzadka przez krzaczaste wierzby.

Profil torfowy przedstawia się następująco:

(Tab. 3 i Diagr. ryc. 2).

0,0 — 0,2 m — torf barwy brunatnej, słabo rozłożony, z korzonkami dzisiejszych roślin (D);

0,2 — 0,9 m — czarny torf typu mieszanego (*Sphagnum* + *Carex*), w dolnej części tej warstwy silniej, a w górnej słabiej rozłożony (C);

0,9 — 1,2 m — torf typu mieszanego, bardzo silnie rozłożony, z domieszką podległego piasku (B);

poniżej 1,2 m — piasek nieprzewiercony, a więc nieznanej miąższości.

C. WYNIKI ANALIZY PYŁKOWEJ.

a) Resztki roślinne w torfie z Grodziska.

Analiza torfu wykazała obecność pyłków następujących drzew i krzewów: sosny (*Pinus*), świerka (*Picea*[1]), jodły (*Abies*), olszy (*Alnus*), brzozy (*Betula*), dębu (*Quercus*), lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*), lipy szerokolistnej (*Tilia platyphyllos*), wiązu (*Ulmus*), buka (*Fagus*[2]), graba (*Carpinus*), jesiona (*Fraxinus*), leszczyny (*Corylus*) i wierzby (*Salix*).

Nadto z innych szczątków roślinnych były pyłki wrzosowatych (*Ericaceae*), traw (*Gramineae*), przytulji (*Galium sp.*); zarodniki *Athyrium*, *Pteridium aquilinum* i *Sphagnum*; części wegetatywne *Sphagnum* i *Carex*. W powierzchniowej warstwie skonstatowano też obecność glonów z rodzaju *Cosmarium*.

b) Resztki roślinne z torfu w Woli Zarczyckiej.

W torfie z Woli Zarczyckiej zachowały się te same resztki roślinne co i w torfie z Grodziska; przybyły tylko zarodnie paproci z grupy *Filicinae leptosporangiatae*.

a) Interpretacja tablic i wykresu z Grodziska.

Wykres pyłkowy z Grodziska sporządzono na podstawie przeciętnych procentów z obu tablic. W dolnej części wykresu, oznaczonej według nomenklatury von Posta przez II—III, mamy w spektrum pyłkowem przewagę lasu dębowego-mieszanego (*Quercetum mixtum* = *Quercus* + *Tilia cordata* + *Tilia platyphyllos* + *Ulmus*) maks. 22,5% (tab. 1). Wprawdzie krzywa sosny jest nieco wyższa, bo dochodzi do 31,5%, ale mając na uwadze silniejszą zdolność pylenia sosny, trzeba ją uznać za drugorzędny składnik lasu w tym okresie. Taką samą rolę jak sośnie należy przyznać również bukowi i jodle. W całkiem niskich procentach zamykają się krzywe olszy, świerka i brzozy, stąd też te drzewa nie mają większego znaczenia w składzie lasów. Również leszczyna, jako podszyt w *Quercetum mixtum* wykazuje stosunkowo niskie procenty.

---

[1]) Przez całą grubość profilów pyłek świerka nie osiągnął większych wartości procentowych, z czego można wnosić, że to drzewo nie rosło w większej ilości na terenie puszczy.

[2]) Analiza pyłkowa nie dała dotąd nigdzie na niżu tak wysokich procentów pyłków buka, a nawet profile z górskich torfowisk nie dorównują pod tym względem profilom z Grodziska.

TABLICA 1.

Zestawienie procentów pyłkowych z I. profilu z Grodziska koło Leżajska.
(Pollenprozente aus dem Profil I. in Grodzisko bei Leżajsk).

Nr. próbki	Warstwy	Głębokość w m.	Pinus	Picea	Abies	Alnus	Betula	Quercus	Tilia cordata	Tilia platyphyllos	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Fraxinus	Corylus	Salix	Fazy florystyczne	Ericaceae pyłek	Gramineae—pyłek	Galium sp. pyłek	Pterydium aquil.-zarodniki	Athyrium zarodniki	Sphagnum—zarodniki	Sphagnum org. weget.	Cosmarium-komórki	Carex org. weget.
1	C	0,00	**59,0**	5,5	5,5	6,5	2,0	7,0	0,5			7,5	8,5	3,0		2,0	0,5	IV.		+		+	+	+	+	+	—
2	C	0,25	27,5	6,0	**12,5**	6,0	4,0	6,0	1,0	1,0	—	8,0	18,0	7,0		8,0	3,0	III.	+					++	++		+
3	B	0,50	17,0	0,5	8,0	5,5	13,5	3,5	0,5	—		4,0	25,0	**16,0**	0,5	8,5	1,5	III.						++			
4	B	0,75	9,0	1,0	4,5	7,5	7,0	4,0	1,5	1,5	1,0	8,0	44,0	12,5	1,0	5,0	0,5	III.									—
5	B	1,00	8,0	2,0	7,5	5,0	5,5	4,5	1,0	—		5,5	52,0	9,0	0,5	4,0	1,0	III.				—			—	—	
6	B	1,25	11,0	0,5	2,5	**9,5**	5,5	6,5	1,0	0,5		8,0	45,0	13,0	0,5	4,0	0,5	III.			—	—					
7	B	1,50	8,5	1,5	3,5	7,0	2,5	6,5	1,5			8,0	**55,0**	8,0	—	5,0	1,0	III.	—				—				
8	B	1,75	16,0	1,0	3,0	3,5	3,0	15,0	1,0	1,5		17,5	44,0	8,5		2,5	1,0	III.					+				
9	A	2,00	31,5	5,0	10,0	6,5	3,5	**20,5**	1,5	0,5		**22,5**	13,5	3,0	—	2,5	2,0	II III.		+		—	—		+	—	+

Znak — oznacza nieobecność
„ + „ obecność
„ ++ „ znaczną ilość
„ ∞ „ masowe występowanie.

TABLICA 2.

Zestawienie procentów pyłkowych z II profilu z Grodziska koło Leżajska. (Pollenprozente aus dem Profil II. in Grodzisko bei Leżajsk).

Nr. próbki	Warstwy	Głębokość w m.	Pinus	Picea	Abies	Alnus	Betula	Quercus	Tilia platyphyllos	„ cordata	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Fraxinus	Corylus	Salix	Fazy florystyczne	Ericaceae — pyłek	Athyrium — zarodniki	Sphagnum — zarodniki	Sphagnum — org. weget.	Carex — org. weget.
1	C	0,00	**41,0**	3,0	5,5	7,0	9,0	10,0	·	1,0	1,0	12,0	10,5	6,5	0,5	3,0	2,0	IV	·	+	+	+	++
2	C	0,25	8,5	3,0	**18.0**	9,0	7,0	6,0	1,0	3,0	0,5	10,5	30,0	12,5		1,0	0,5	III	+		+	++	+
3	B	0,50	13,0	2,5	8,0	10,5	11,0	7,0	1,0	2,5	0,5	11,0	22,0	**18,0**	—	2,5	1,5	III			+	++	+
4	B	0,75	10,0	1,0	2,0	10,5	11,5	7,5	1,0	0,5	0,5	9,5	43,0	9,5		2,0	1,0	III		+	+	++	+
5	B	1,00	15,0	—	2,0	**18.0**	7,5	7,5	1,0	1,0	0,5	10,0	30,0	13,0	·	4,0	0,5	III		—	+	++	+
6	B	1,25	10,0	2,0	3,0	8,0	4,0	6,0	0,5	0,5	0,5	7,5	**48.0**	13,0	—	2,9	2,5	III	—	—	+	++	+
7	B	1,50	8,0	1,0	3,5	15,0	9,0	7,0	—	1,0	0,5	8,5	41,0	11,0	·	2,0	1,0	III	+	—	+	++	+
8	B	1,75	29,0	1,5	7,5	7,5	7,5	**16.0**	—	0,5	1,0	**17.5**	19,0	6,0	—	1,5	3,0	III	— —	+	+		++
	A																						

Faza florystyczna, oznaczona przez III, wykazuje duże różnice w stosunku do poprzedniej. Dominująca przewaga przypada teraz krzywej buka (maks. 55%—tab. 1).

Drugie miejsce zajmuje panujący poprzednio las dębowy—mieszany oraz grab, który występuje tu po raz pierwszy w większej ilości (maks. 18% — tab. 2) i olsza. Wobec stanowczej przewagi buka i wymienionych drzew, stanowiących jego domieszkę, inne gatunki, jak jodła, świerk, brzoza scho-

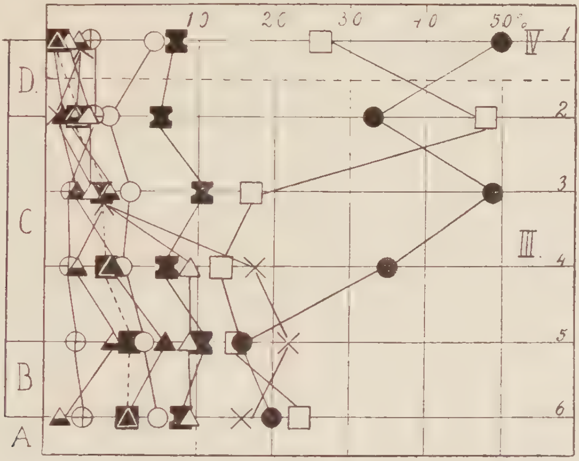


Wykres procentów pyłkowych z torfu jeziorka w Grodzisku koło Leżajska.
(Pollendiagramm aus dem Torf eines kleinen Sees in Grodzisko bei Leżajsk.

Ryc. I.

dzą na dalszy plan, o czem świadczą ich niskie krzywe pyłkowe.

Ostatnia faza (IV) ma przewagę po stronie krzywej sosny (maks. 59%—tab. 1), której—w godnych uwagi procentach — towarzyszą składniki lasu dębowego-mieszanego, buk z jodłą i grab.



Wykres procentów pyłkowych z torfowiska w Woli Zarczyckiej koło Leżajska.
(Pollendiagramm aus dem Torfmoor in Wola Zarczycka bei Leżajsk).
Ryc. 2.

d) Interpretacja tablicy i wykresu z profilu torfowego w Woli Zarczyckiej.

Wykres i tablica procentów pyłkowych z torfu w Woli Zarczyckiej wskazuje na jeszcze młodszy wiek tego torfowiska w stosunku do profilu z Grodziska.

Faza oznaczona cyfrą III jako pierwsza, oznacza się brakiem przewagi jednej krzywej, zwłaszcza w swych dolnych warstwach. Mamy tu więc lasy mieszane z sosną, jodłą i olszą, przyczem jodła tylko w dolnym odcinku profilu miała większe znaczenie (maks. 22%). Las dębowy-mieszany, buk i grab, a także brzoza i świerk mają tylko znikomy udział w składzie lasów. Buka, który w tej samej fazie w okolicy Grodziska miał przygniatającą przewagę, zastępowała na pe-

TABLICA 3.

Zestawienie procentów pyłkowych z torfowiska w Woli Zarczyckiej koło Leżajska.
(Pollenprozente aus dem Torfmoor in Wola Zarczycka bei Leżajsk).

Nr. próbki	Warstwy	Głębokość w m.	Pinus	Picea	Abies	Alnus	Betula	Quercus	Tilia platyphyllos	Tilia cordata	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Corylus	Salix	Fazy florystyczne	Ericaceae — pyłek	Gramineae — pyłek	Athyrium — zarodniki	Sphagnum — zarodniki	Sphagnum — org. weget.	Filicinae — zarodnice	Carex — org. weget.
1	D.	0,0	**50,0**	1,0	2,0	26,0	7,0	8,0	-	—	0,5	8,5	0,5	2,0	0,5	2,5	IV.		+	+	—	[illegible]	—	+
2		0,2	33,0	2,0	1,0	**48,0**	3,0	7,5				7,5	1,0	1,5	1,5	1,5			—	+	+		+	+
3	C.	0,4	49,0	3,0	3,5	17,0	5,5	8,5	—	1,0	0,5	**10,5**	2,0	4,0	3,5	2,5	III.	—			+	+	+	
4		0,6	35,0	9,5	17,5	13,0	5,0	6,0	0,5	1,5	—	8,0	4,5	2,0	4,0	1,5		+	—		+	+	+	+
5		0,9	16,0	9,5	**22,0**	15,0	6,5	7,0	1,5	2,0	—	10,5	**8,0**	4,5	5,5	2,0		+	—	+	+	+	+	+
6	B.	1,2	20,0	9,5	16,0	23,5	7,5	4,5	1,5	2,5	0,5	9,0	5,5	1,0	5,5	2,5		+	—	+	—	+		+
	A.																							

wien czas jodła, dopóki nie była zmuszona ustąpić na korzyść sosny i olszy.

Faza IV wykazuje jak końcowy odcinek fazy III, stanowczą przewagę krzywych sosny i olszy. Ta ostatnia mogła się tu rozprzestrzeniać dzięki znacznemu zabagnieniu terenu. Dalsze składniki lasów wykazują już tylko małe procenty.

D. KRÓTKI RYS DZISIEJSZEGO STANU LASÓW W PUSZCZY SANDOMIERSKIEJ.

Faza IV z obydwu torfowisk przeprowadza nas w dobę obecną, a więc w dzisiejszy stan lasów, opisany przez M. Nowińskiego (4 i 5). Autor ten na podstawie swych szczegółowych badań botanicznych i fitosocjologicznych dochodzi do wniosku, że dziś na terenie Puszczy Sandomierskiej niema ani kawałka lasu, gdzieby ręka ludzka nie objawiła swego destruktywnego wpływu. — Wyróżnił on kilka typów lasu, względnie kilka grup asocjacyj leśnych, z pośród których najważniejsze są następujące:

1) Lasy jodłowo-bukowe, bukowe, grabowo - bukowe, sosnowo-grabowo-bukowe, sosnowo - bukowe, dębowo-bukowe o runie i podszycie, złożonym z gatunków właściwych lasom bukowym;

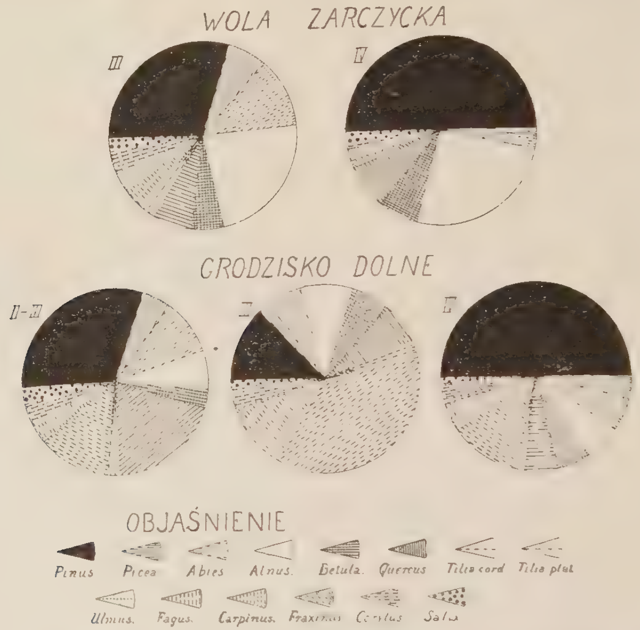
2) lasy sosnowo-jodłowe, sosnowo-olchowe, dębowo-olchowe, sosnowo - dębowe i t. p. o runie i podszycie mieszanym t. j. złożonym z roślin „bukowych" i charakterystycznych dla innych lasów;

3) zamykają ten szereg asocjacje leśne, złożone z lasów bukowo-jodłowych, grabowych z sosną i dębem, bukowo-sosnowych i sosnowo-jodłowych o runie i podszycie typu sosnowego i sosnowo-torfowego.

E. ROZWÓJ LASÓW PUSZCZY SANDOMIERSKIEJ PO EPOCE LODOWEJ.

Zbadane torfowiska nie dały nam — jak wynika z tablic i wykresów—całości przemian flory leśnej na terenie Puszczy Sandomierskiej. Przez analogję zatem do innych terenów, gdzie głębsze torfowiska pozwoliły na odtworzenie całości tych zmian (7) możemy przyjąć, że pierwszem ogniwem rozwojowem były i tu lasy, złożone z sosny i brzozy. Potem sosna

osiągnęła przewagę, a równocześnie zjawiły się też inne drzewa jak dąb, wiąz, lipy, olsza, oraz krzewy jak leszczyna.



Wykresy przeciętnych procentów pyłkowych z poszczególnych faz florystycznych z Woli Zarczyckiej i Grodziska pod Leżajskiem.
(Durchschnitts-Pollendiagramme der einzelnen floristischen Phasen aus Wola Zarczycka und Grodzisko bei Leżajsk).

Ryc. 3.

W jakim kierunku szedł dalszy rozwój lasów w tym terenie, na to mamy już dowody niejako *in situ*. Dla lepszego uzmysłowienia go sporządziłem wykres kołowy (Ryc. 3), oparty na średnich procentach z poszczególnych faz, zaznaczonych na tabelach procentowych i w konwencjonalnych diagramach. Biorąc do pomocy ów wykres widzimy (Grodzisko II—III), że dalsza sukcesja szła w kierunku lasów liściastych, w których przeważają składniki lasu dębowego-mieszanego (*Quercetum mixtum*) z niewielką ilością leszczyny w podszyciu. Do nich dołącza się — w znacznej już ilości — buk z jodłą i sosna. Świerk, olsza, brzoza i grab są ilościowo słabo reprezentowane.

Do skreślenia szkicu dalszego rozwoju lasów mamy już 2 punkty oparcia t. j. Grodzisko i Wolę Zarczycką (Ryc. 3—III),

które pozwalają nam również na uchwycenie różnic terenowych, uwarunkowanych zapewne stosunkami edaficznemi. Podczas gdy w okolicy Grodziska w fazie III mamy na glinach dyluwjalnych stanowczą przewagę lasów bukowych z jodłą, grabem i resztkami lasu dębowego mieszanego, to koło Woli Zarczyckiej przeważa sosna na piaskach, a na mokradłach olsza. Las zaś jodłowy z bukiem sadowił się tu widocznie tylko na małych skrawkach terenu, dogodnego dla jego życia.

Ostatni etap rozwoju lasów Puszczy Sandomierskiej Ryc. 3 — IV) charakteryzuje stanowcza przewaga sosny, której na mokrych terenach dotrzymuje kroku olsza. Lasy natomiast bukowo-jodłowe, grabowe i dębowe—mieszane stanowią już niewątpliwie tylko przeżytki z dawniejszych, lepszych dla nich czasów t. j. z fazy III.

Stanowcza przewaga sosny w fazie IV i w dzisiejszej dobie jest tu nie całkiem naturalna, gdyż współdziałał przy jej powstaniu także człowiek, przez swoją gospodarkę, która wybitnie proteguje sosnę, usuwa zaś buka i jodłę.

LITERATURA.

1. A. M. Łomnicki: Atlas geologiczny Galicji zesz. VII. X. XII.

2. W. Łoziński: Powstanie jeziorek dyluwjalnych na niżu galicyjskim. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. P. A. U. Tom 7 B. Kraków 1907.

3. S. Pawłowski: O jeziorkach dyluwjalnych na południowej krawędzi zlodowacenia. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Mat.-Przyr. Serja A. Tom. 1, zesz. 1. Poznań 1921.

4. M. Nowiński: Stosunki geobotaniczne południowo-wschodniego krańca Puszczy Sandomierskiej. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. P. A. U. Tom. LXVII. Serja A/B. Kraków 1927.

5. M. Nowiński: Zespoły roślinne Puszczy Sandomierskiej. Cz. II. Kosmos. Tom 54. Serja A. Lwów 1929.

6. W. Szafer: The Oldest Interglacial in Poland. Bull. Acad. Polon. Sc. et Lt., Classe Math.-Nat., Serie B. Kraków 1931.

7. J. Trela: Torfowisko w Wolbromiu (wyniki analizy pyłkowej) Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. Nr. 3, 1928.

ZUSAMMENFASSUNG.

Der Verfasser analysierte zwei Torfmoore in Grodzisko und Wola Zarczycka bei Leżajsk. Auf Grund der beigefügten Tabellen und Diagramme unterscheidet er folgende floristische Phasen:

a) Die Phase des Eichenmischwaldes mit Haselnuss im Unterwuchs. Zu ihm gesellen sich Rotbuche, Tanne, Kiefer, Hainbuche und andere Baum-Arten Fig. 3—II—III) in niedrigen Prozenten;
b) Die Phase der Buchenwälder im Gebiete von Grodzisko und der Kiefern-Tannenwälder mit Erle in Wola Zarczycka (Fig. 3—III);
c) Die Phase der heutigen Kieferdominanz (Fig. 3—IV), als Folge der menschlichen Tätigkeit.

Der, aus einem kleinen See bei Grodzisko, analysierte Torf gibt uns auch Aufschluss über das Alter dieses Sees, welches auf die *Blytt-Sernander'sche atlantische Periode* fällt. Nach L. von Post können wir dasselbe mit „II" bezeichnen.

STANISŁAW RAJKOWSKI

Zakład Botaniki Ogólnej
Uniwersytetu Poznańskiego.

(Wpłynęło 8.I 1934 r.)

BADANIA HISTOLOGICZNE I MORFOLOGICZNE NAD ŚRÓDSKÓRNIĄ W ŁODYGACH ROŚLIN KWIATOWYCH.

(Histologische und morphologische Untersuchungen über die Endodermis in den Stengeln der Blütenpflanzen.)

WSTĘP.

Endoderma — śródskórnia jest tkanką w świecie roślinnym szeroko rozpowszechnioną, która wielokrotnie była przedmiotem szczegółowych badań z różnych punktów widzenia. Zaciekawiała badaczy jej funkcja fizjologiczna, którą początkowo upatrywano przedewszystkiem w jej znaczeniu mechanicznem (Schutzscheide—pochwa ochronna), zanim przekonano się o jej doniosłej roli w czynnościach przemiany materji.

Z drugiej strony śródskórnia była przedmiotem badań morfologicznych jako granica walca i kory pierwotnej w ujęciu Ph. van Tieghem'a i późniejszych zwolenników teorji stelarnej.

Wielkim postępem w badaniach nad śródskórnią u różnych grup roślinnych był szereg gruntownych monografij, które wyszły w ostatniem przedwojennem dziesięcioleciu z botanicznego instytutu uniwersytetu w Marburgu pod kierownictwem prof. A. Meyer'a (16, 18, 21, 22, 28). Wyświetliły one historję rozwoju tej tkanki i budowę jej błon komórkowych, w szczególności w korzeniach roślin.

Mało była badana śródskórnia występująca w łodygach roślin kwiatowych, jak również dziwnie mało zwracano uwagę na zawartość komórek śródskórni.

Z inicjatywy Pana Profesora Dr. A. Wodziczki zająłem się badaniem śródskórni, starając się wypełnić luki w dotychczasowych wiadomościach o niej, aby uzyskać pełną charakterystykę tej tkanki tak pod względem histologicznym jak morfologicznym.

ROZDZIAŁ I.

ŚRÓDSKÓRNIA POD WZGLĘDEM HISTOLOGICZNYM.

Do wykonania niniejszej pracy badałem rośliny zielne większości rodzin występujących w Polsce. Ponadto badałem te okazy flory obcej (uzyskane z Poznańskiego Ogrodu Botanicznego i Palmiarni w Parku Wilsona), co do których nasuwało się przypuszczenie, że mogą posiadać śródskórnię wykształconą w sposób specjalnie ciekawy.

Badałem rośliny świeże o ile możności w okresie wczesnego kwitnienia. Sporządzałem przekroje poprzeczne korzeni, kłączy oraz łodyg. Te ostatnie krajałem u dołu, w środku i u szczytu, co pozwalało ocenić budowę i rozwój całego pędu nadziemnego. To umożliwiło mi obserwowanie śródskórni we wszystkich jej stadjach rozwojowych, zarówno pod względem budowy jak i odnośnie chemizmu błon, oraz treści komórek.

Przekroje sporządzałem ręcznie brzytwą, następnie wykonywałem szereg reakcyj mikrochemicznych przy pomocy najpowszechniej używanych odczynników, i tak:

dla wykazania celulozy używałem chlorku cynku z jodem,

dla wykazania ligniny używałem floroglucyny z kwasem solnym,

dla wykazania suberyny i ciał tłuszczowych używałem barwienia Sudanem III,

dla wykrycia oxydaz używałem benzydyny z wodą utlenioną,

dla wykazania skrobi używałem jodu w jodku potasu,

dla wykrycia garbników używałem dwuchromianu potasu,

dla wykrycia ciał białkowych używałem kwasu azotowego,

dla wykrycia cukrów używałem odczynnika Fehlinga.

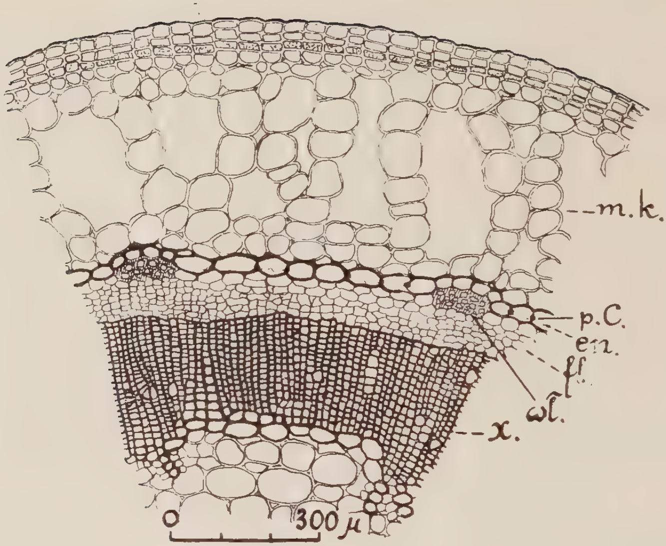
Wreszcie w niektórych wypadkach posługiwałem się reakcją Mäule'go, która daje silne wiśniowo - czerwone zabarwienie drewna w roślinach okrytozalążkowych.

Po bardzo szczegółowych i gruntownych badaniach marburskich podaję tylko te szczegóły, których dotychczas w literaturze naukowej bliżej nie uwzględniono. W terminologji trzymam się pojęć używanych w pracach marburskich.

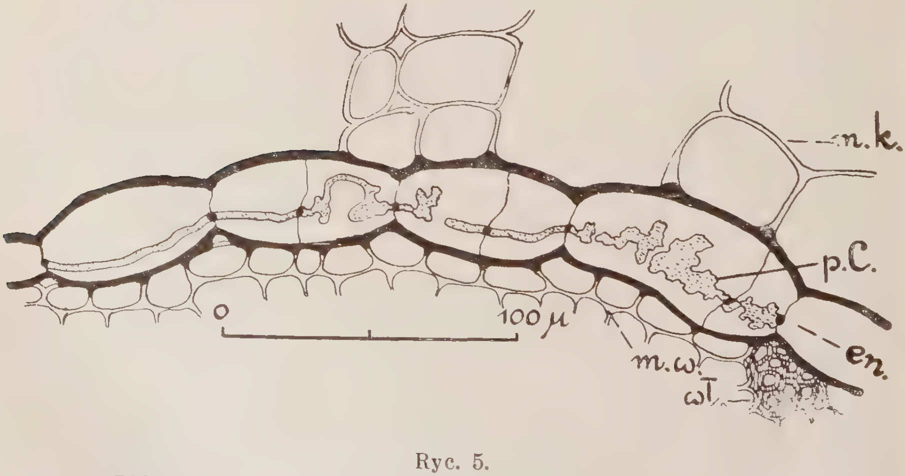
Przedewszystkiem zająłem się badaniem pasków Caspary'ego, które według wyników badań marburskich stanowią najistotniejszą cechę komórek śródskórni. Budowa pasków Caspary'ego, występujących w kłączach i korzeniach, była naogół regularna i zgodna z wynikami dotychczasowych badań.

Badając w przeciwieństwie do dotychczasowych poszukiwań przedewszystkiem łodygi, natrafiłem również na przykłady występowania bardzo szerokich pasków Caspary'ego, równych całym, względnie prawie całym, ścianom promieniowym. Wspomniane niezwykle szerokie paski Caspary'ego spotkałem w łodygach następujących roślin dwuliściennych: *Comarum palustre* L., *Vicia villosa*, Roth., *Calluna vulgaris* Salisb., *Mentha piperita* L., *Rubia tinctorum* L., *Galium boreale* L., *Galium mollugo* L., *Galium silvaticum* L., *Knautia arvensis* Coult., *Scabiosa ochroleuca* L., *Campanula trachelium* L., *Campanula sibirica* L.

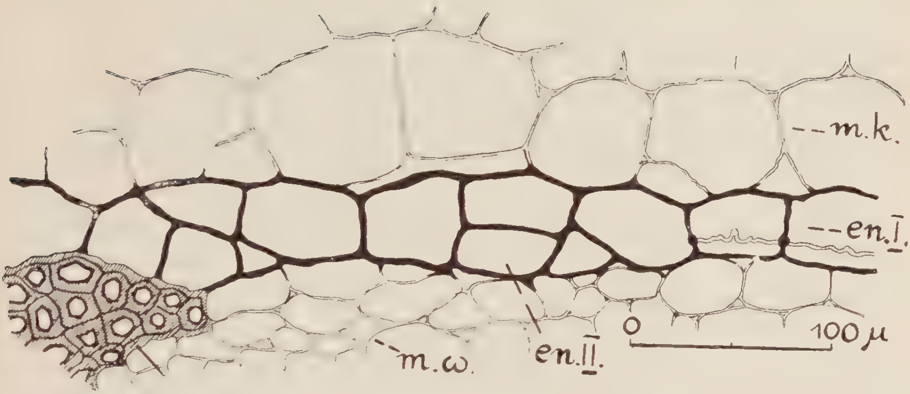
Anormalną budowę, niespotykaną u innych roślin, posiadają paski Caspary'ego występujące w korzeniach i łodygach *Bidens tripartitus* L. o czem tylko krótka wzmianka znajduje się w literaturze (44 s. 48). Na przekrojach poprzecznych paski są silnie poszarpane, zygzakowate, względnie wężykowato skręcone (ryc. 4, 5, 6). Zajmują często prawie połowę płaszczyzny ściany komórki śródskórni, zazwyczaj występując bliżej jej stycznych wewnętrznych ścian. Napotykałem również paski poprzerywane. Przy oglądaniu szeregu przekrojów zauważyłem w kilku wypadkach, że pasek Caspary'ego ominął ścianę promieniową śródskórni i był przyczepiony do ściany stycznej. Zjawisko to miało miejsce w komórkach endodermalnych, sąsiadujących względnie położonych naprzeciw włókien łykowych. Na przekrojach podłużnych paski Caspary'ego występują w postaci zupełnie regularnej, jako łukowate wstęgi, łączące przeciwległe ściany komórek śródskórni bez żadnych zmian specjalnych. Z tego wynika, że anormalne formy budowy występują na ścianach poziomych a wolne od nich są ściany promieniowe pionowe. Zachowanie się pasków Caspary'ego u uczepu wobec odczynników



Ryc. 4.
Bidens tripartitus L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. -miękisz korowy; en.—endoderma I, II, będąca pochwą oxydazową; wł.—włókna łykowe; fl.—floem; x.—ksylem; p. C.—paski Caspary'ego.



Ryc. 5.
Bidens tripartitus L. Przekrój poprzeczny starego korzenia.
m. k. — miękisz korowy; en. — endoderma I; p. C. — paski Caspary'ego; m. w. — miękisz walca; wł. — włókna łykowe.



Ryc. 6.
Bidens tripartitus L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; en. I. — endoderma z paskami Caspary'ego; en. II.—endoderma z blaszkami suberynowemi, niektóre komórki zdwojone; m. w.—miękisz walca; włókna łykowe (z lewej strony ryciny).

chemicznych było normalne. Ze względu jednak na niewyjaśnioną dotychczas ostatecznie naturę chemiczną pasków Caspary'ego występowanie ich w tak bujnem anormalnem wykształceniu może być dogodnym objektem dla dalszych badań mikrochemicznych.

W większości wypadków paski były już dostrzegalne w preparatach niebarwionych, oglądanych w glicerynie. Kilkominutowa maceracja skrawków w kwasie azotowym ułatwiała rozpoznawanie pasków Caspary'ego, gdyż wówczas występowały one o wiele wyraźniej.

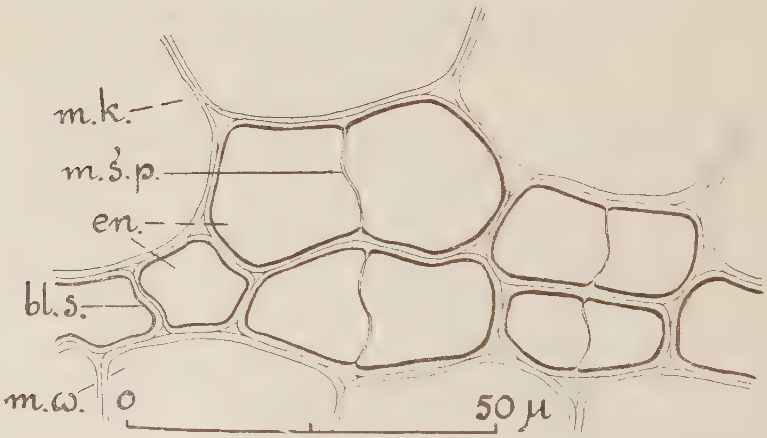
Ściany styczne komórek śródskórni w stadjum I-em nie dają pozytywnej reakcji z floroglucyną z kwasem solnym. Odstępstwo od tej reguły wykazywał *Potamogeton perfoliatus* L., w którego łodydze obie ściany styczne komórek endodermalnych wykazywały wyraźną reakcję ligninową. Podobne zjawisko występowało również w endodermie korzenia u *Sagittaria sagittifolia* L. z tą różnicą, że ograniczyło się jedynie do zewnętrznych ścian stycznych. W obu wypadkach paski Caspary'ego występowały w zwykłej postaci.

Niezwykle silne sfałdowanie pasków Caspary'ego napotkałem w kłączach *Asarum europaeum* L. i w łodydze *Alectorolophus major* Rchb.

Paski Caspary'ego występują zazwyczaj nie w całej łodydze, lecz najczęściej w części środkowej. W partji szczytowej śródskórnia, o ile wogóle występuje w danej roślinie, znajduje się w stanie embrjonalnym, bez pasków Caspary'ego. Bardziej ku dołowi śródskórnia łodyg dwuliściennych posiada wyraźnie uformowane blaszki subeŕynowe (II stadjum rozwojowe).

Paski Caspary'ego, jak wogóle elementy zdrewniałe, wykazywały silniejszą reakcję ligninową w łodygach roślin terenów suchych, aniżeli w roślinach bagiennych i wodnych.

Do bardzo rzadkich należą wypadki zdwajania komórek śródskórni. Takie wypadki spotkałem w łodygach następujących roślin: *Polygala vulgaris* L., *Scrophularia Scopolii* Hoppe, *Galium boreale* L. i *Bidens tripartitus* L. (ryc. 6) oraz w korzeniu *Pulmonaria officinalis* L. (ryc. 7).



Ryc. 7.
Pulmonaria officinalis L. Przekrój poprzeczny korzenia.
m. k. — miękisz korowy; en. — endoderma o zdwojonych komórkach; bl. s. — blaszki suberynowe endodermy; m. w. — miękisz walca; m. ś. p. — młode ściany promieniowe endodermy.

Śródskórnia znajdowała się we wszystkich tych przykładach w II-em stadjum rozwojowem. Nie spotkałem natomiast przykładów zdwajania komórek endodermalnych z paskami Caspary'ego.

Endodermy zgrubiałe, w III-em stajum rozwojowem, stanowiły w łodygach nadziemnych rzadkość. Napotkałem je tylko w 2 wypadkach u *Potamogeton pectinatus* L. i *Ranun-*

culus trichophyllus Chaix., przyczem w obu roślinach wspomniane III stadjum endodermy występowało u dołu łodygi. Wyżej śródskórnia znajdowała się stopniowo w coraz młodszem, II, I względnie embrjonalnem stadjum rozwojowem.

Polidermę endodermalną spotkałem w kłączach *Comarum palustre* L. i *Geum urbanum* L. oraz w łodygach *Lythrum salicaria* L. i *Oenothera biennis* L. Mimo monografji Myliusa (22) tkanka ta wymaga dalszych badań tak ze względu na budowę jak i funkcję.

Specjalnie wielkie komórki endodermalne większe od sąsiednich komórek kory pierwotnej napotkałem w łodygach *Galium boreale* L. i *Campanula sibirica* L.

Zdrewniałe błony śródskórni w III-em stadjum rozwojowem wykazywały wyraźną reakcję ksantoproteinową.

Reakcję tę dawały również wszystkie inne zdrewniałe elementy badanych roślin (naczynia, pochwy, pierścienie i pasy sklerenchymatyczne, poszczególne włókna, zdrewniałe kutikule) wykazujące ligninową reakcję floroglucynową oraz typowe dla drewna pomarańczowe zabarwienie benzydyną. Ponadto wspomniane elementy barwiły się Sudanem III na kolor różowy, mniej intensywnie od blaszek suberynowych i niezdrewniałej kutikuli.

Swego czasu Correns, pracując nad kwestją ewentualnej obecności ciał białkowych w błonach komórkowych, posługiwał się reakcją Millona (7). Badał gatunki roślin należące do stosunkowo nielicznej ilości rodzin przyczem zajął przeciwne Wiesnerowi stanowisko, twierdząc, że nie można wykazać obecności ciał białkowych w błonach komórek.

Powszechność wyżej opisanego reagowania zdrewniałych błon komórkowych z kwasem azotowym, które wyraźnie występowało u wszystkich zbadanych w niniejszej pracy gatunków roślin, jest wprost uderzająca i wymaga wyjaśnienia. Ze względu jednak na odrębny temat zagadnieniem się obszerniej nie zajmowałem, poprzestając na tej wzmiance.

Dalszą charakterystyczną właściwością błon komórek śródskórni, na którą od czasu jej wykrycia mało zwracano uwagę, jest niezwykle obfita obecność oxydaz na ich powierzchniach zewnętrznych, tak że została ona zużytkowana jako specyficzna reakcja komórek śródskórni (43). Reakcję oxydazową wykonywałem w ten sposób, że działałem roztworem alko-

holowo-wodnym benzydyny z dodatkiem wody utlenionej, przyczem błony zewnętrzne komórek śródskórni barwiły się niebiesko, następnie poprzez kolor fjoletowy zmieniały barwę ostatecznie na trwałą ciemno-brunatną. W gruncie rzeczy wykrywana była tylko obecność peroxydaz (według terminologji B a c h a i C h o d a t'a), gdyż używano benzydyny z dodatkiem wody utlenionej. Odczynnik ten jednak nadaje się najlepiej do poszukiwań lokalizacyjnych.

Reakcja oxydazowa występowała zawsze gdy roślina posiadała śródskórnię właściwą. Nie natrafiłem na przykład endodermy, którąby nie dawała tej reakcji.

Natomiast w licznych wypadkach, w których łodygi badanych roślin nie posiadały śródskórni—komórki innych pochw granicznych walca i kory (jak np. miękiszowych, skrobiowych a nawet garbnikowych) wykazywały na zewnętrznych powierzchniach swych błon również zupełnie wyraźną reakcję oxydazową.

Mimo braku wyróżnionej endodermy pochwa graniczna występowała dając reakcję oxydazową w wypadkach astelji u *Hydrocharis morsus ranae* L. i *Caltha palustris* L., będąc pochwą parenchymatyczną. W wypadkach monostelicznych łodyg pochwy skrobiowe były zarazem pochwami oxydazowemi u następujących gatunków: *Rumex acetosa* L., *Chenopodium ambrosioides* L., *Chenopodium album* L., *Melandryum album* Gke., *Ceratophyllum demersum* L., *Helianthemum obscurum* Pers., *Trifolium campestre* Schreb., *Primula carpatica* Fuss., *Primula cortusoides* L., *Solanum tuberosum* L., *Hyoscyamus niger* L., *Scrophularia alata* Gilib., *Veronica anagallis* L., *Veronica beccabunga* L. *Veronica hederifolia* L. Pochwy parenchymatyczne były zarazem oxydazowemi u następujących gatunków: *Medicago minima* Grufsb., *Trifolium lupinaster* L., *Primula officinalis* Hill., *Primula japonica* A. Gray *Cortusa Matthioli* L.

Ponadto oxydazową reakcję wykazywała garbnikowa pochwa u *Trifolium pratense* L.

Obecność oxydaz na powierzchni wyżej wyliczonych błon komórkowych pochw granicznych, nie będących endodermami właściwemi, wskazuje na fizjologicznie podobny charakter komórek tych pochw i pod pewnym względem podobną ich funkcję, która wyraża się tem obfitem nagromadzeniem fermentów utleniających na ich powierzchni. Ze względu na niewyjaśnioną ostatecznie funkcję oxydaz zewnątrzkomórkowych poprze-

staję na stwierdzeniu tego faktu, nie rozstrzygając bliżej jego fizjologicznego znaczenia.

Następnem zagadnieniem, które starałem się wyjaśnić, była zawartość komórek endodermalnych.

Zagadnienie to w pracach marburskich nie było specjalnie badane, gdyż punkt ciężkości poszukiwań leżał w analizie budowy błon komórek śródskórni. Poszukiwania moje dotyczyły obecności głównych materjałów plastycznych roślin jako to: skrobi, tłuszczów i ciał białkowych. Ponadto zwracałem uwagę na obecność garbników względnie innej charakterystycznej zawartości (kryształy, barwiki i t. p.).

Co do zawartości skrobi w komórkach endodermalnych— to nie znalazłem jej nigdy w endodermie właściwej korzenia. W meristelicznych kłączach paproci skrobia nagromadzona jest często w zasadniczej tkance parenchymatycznej, bądź w pericyklu, wyjątkowo zaś tylko w kłączu *Osmunda regalis* L. występuje w śródskórni. Natomiast występowanie skrobi w komórkach śródskórni organów nadziemnych roślin nie należy do rzadkości. U niżej wymienionych gatunków roślin napotkałem tak obfite nagromadzenie skrobi w komórkach śródskórni łodyg, że odnośnie do tej warstwy możemy mówić również dobrze o endodermie jak i pochwie skrobiowej: *Cabomba aquatica* Aubl., *Viola silvestris* Rchb., *Ceratonia siliqua* L. (hypokotyl), *Myriophyllum spicatum* L., *Anagallis arvensis* L., *Glaux maritima* L., *Lysimachia nummularia* L., *Lysimachia punctata* L., *Veronica anagallis* L., *Veronica teucrium* L., *Veronica Tournefortii* Gmel., *Alectorolophus major* Rchb., *Polemonium coerulum* L., *Phlox paniculata* L., *Lamium album* L., *Mentha crispa* auct., *Mentha piperita* L., *Nymphoides peltata* Ktze., *Menyanthes trifoliata* L., *Knautia arvenis* Coult, *Campanula trachelium* L. Była to skrobia wielkoziarnista, której wygląd i ułożenie wskazywało na to, że mamy do czynienia ze skrobią statolityczną. Rozmieszczenie skrobi nie było równomierne w obrębie całej łodygi i stale malało w kierunku ku korzeniowi. Wyjątkowo u *Nymphoides peltata* Ktze. nagromadzenie skrobi miało miejsce równomiernie w całej łodydze.

W obrębie niektórych łodyg dało się zauważyć stopniowe przechodzenie typowej śródskórni w typową pochwę skrobiową w miarę posuwania się od nasady ku wierzchołkowi łodygi. Klasyczny przykład pod tym względem stanowi *Veronica teucrium* L., gdzie przy nasadzie łodygi mamy typowo wy-

kształconą śródskórnię w stadjum II-em (z blaszkami suberynowemi), wyżej śródskórnię w stadjum I-em (z paskami Caspary'ego), przyczem stopniowo zaczyna się pojawiać skrobia, aż wreszcie u szczytu łodygi mamy przed sobą typową parenchymatyczną pochwę skrobiową bez śladów pasków Caspary'ego. Przykład ten świadczy, że w wielu wypadkach mamy prawo mówić o kompletnej homologji śródskórni i pochwy skrobiowej. Co do innej specjalnej zawartości komórek śródskórni, to barwienie się treści komórek śródskórni Sudanem III na gorąco było powszechne w kłączach paprotników. Jedynie też dla tej grupy roślin możemy uznać obecność tłuszczów za charakterystyczną cechę komórek śródskórni, co zresztą stwierdził już Poirault (26) zalecając roztwór alkaniny dla wykrywania komórek śródskórni. Nagromadzenie tłuszczu w komórkach śródskórni paprotników stwierdziłem u następujących gatunków: w korzeniu przybyszowym *Cibotium Schiedei* Cham. et Schl. i w kłączach *Aspidium filix fem.* Sw., *Aspidium filix mas* Sw., *Aspidium lobatum* Sw., *Aspidium spinulosum* Sw., *Asplenium trichomanes* L., *Pteridium aquilinum* Kuhn, *Polypodium vulgare* L., *Platycerium alcicorne* Desv., *Marsilia quadrifolia* L.

Natomiast w innych grupach roślin obfite nagromadzenie tłuszczów jest zjawiskiem stosunkowo rzadkiem. Z pośród zbadanych gatunków stwierdziłem to jedynie: w korzeniach *Primula japonica* A. Gray i *Mentha crispa* auct., oraz w łodygach *Nymphaeea alba* L., *Polygala vulgaris* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Alectorolophus major* Rchb *Campanula trachelium* L.

Widzimy więc, że u roślin kwiatowych zawartość tłuszczu nie może być uważaną za charakterystyczną cechę komórek śródskórni.

Wyraźną reakcję ksantoproteinową, wskazującą na zawartość ciał białkowych, dawała treść poszczególnych komórek endodermalnych w następujących gatunkach roślin: *Polygala vulgaris* L. (w kłączu i łodydze), *Anagallis arvensis* L (w kłączu i łodydze), w łodygach *Lysimachia punctata* L., *Rubia tinctorum* L., *Galium boreale* L. (w korzeniu) oraz w łodydze i w korzeniu *Scabiosa ochroleuca* L. Są to wypadki, w których reakcja ksantoproteinowa występowała szczególnie wybitnie. Nie ulega wątpliwości, że również w innych wypadkach żywe komórki śródskórni w plazmie swej zawierają ciała białkowate, jednak nie wykazują wybitniejszej reakcji ksantoproteinowej.

Z pośród zbadanych gatunków u następujących roślin spotkałem garbniki wypełniające wszystkie komórki endodermalne, tak że można było mówić równocześnie o pochwie garbnikowej: w kłączach *Osmunda regalis* L. i *Pteridium aquilinum* Kuhn., w łodygach *Potamogeton pectinatus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Glaux maritima* L., *Martensia sibirica* Don., *Alectorolophus major* Rchb., *Menyanthes trifoliata* L., *Nymphoides peltata* Ktze., *Knautia arvensis* Coult. Tylko poszczególne komórki śródskórni zawierały garbniki w łodygach: *Lysimachia nummularia* L., *Lysimachia punctata* L., *Plantago major* L., *Rubia tinctorum* L.

Barwiki, zapewne antocyanowe, tworzące kolorowe pochwy graniczne spotkałem tylko w treści komórek endodermalnych w łodygach *Veronica teucrium* L. i *Campanula trachelium* L.

Pozatem z negatywnym wynikiem poszukiwałem w endodermach względnie pochwach granicznych nagromadzenia innych pospolitych substancyj, w szczególności cukrów. Wiadomo, że pewne substancje jak alkaloidy lub glukozydy w niektórych wypadkach nagromadzone są specjalnie w komórkach śródskórni (11), jednak są to zjawiska ograniczone do poszczególnych rodzin względnie nawet rodzajów.

Również wskazywano na obfitsze nagromadzenie potasu w komórkach śródskórni, czego jednak nie udało mi się stwierdzić.

Jak widzimy z powyższego zestawienia, komórki śródskórni nie dają się scharakteryzować na podstawie stałego występowania specyficznych substancyj, bądź w plaźmie, bądź w soku komórkowym.

Natomiast warto zwrócić uwagę na wymagające bliższego wyjaśnienia zjawisko niezwykle silnej adhezji protoplastu do pasków Caspary'ego, które wyraża się charakterystycznym obrazem plazmolizy, przyczem plazma odstaje od ścian stycznych a pozostaje w postaci jakgdyby sznura przytwierdzona do pasków Caspary'ego. Tak silne przytwierdzenie plazmy do pasków Caspary'ego, że raczej ulega ona rozerwaniu niż daje się oderwać od pasków Caspary'ego, zauważyłem u następujących gatunków: w kłączu *Nymphaea alba* L. oraz w łodygach *Polemonium coeruleum* L., *Alectorolophus major* Rchb. *Lamium album* L.

Odrębne zagadnienie, nie poruszane w niniejszej pracy, stanowi funkcja fizjologiczna komórek śródskórni, na którą jednak ostatnie prace fizjologiczne rzuciły dużo światła (J. de Rufz de Lavissen, Ursprung) o ile idzie o śródskórnię korzenia.

Praca niniejsza przedstawia szereg przykładów, jakim modyfikacjom ulega śródskórnia w łodygach nadziemnych, gdzie funkcja i znaczenie jej oczywiście stają się odmienne.

ROZDZIAŁ II.

BADANIA NAD POCHWAMI GRANICZNEMI W ŁODYGACH ROŚLIN WYŻSZYCH.

Budowa korzeni roślin wyższych wykazuje niezwykłą jednolitość i powszechne zróżnicowanie (w budowie pierwotnej) na korę pierwotną i walec osiowy. Warstwa graniczna, rozwojowo należąca do kory pierwotnej, to śródskórnia (endodermis), której wyróżnienie nietylko nie nastręcza zazwyczaj żadnych trudności, ale której charakter jako pochwy granicznej widoczny jest na pierwszy rzut oka. Natomiast pędy roślin wyższych wykazują szereg różnych typów.

Nie udało się wynaleźć do tej chwili śródskórni w sensie histologicznym (t. j. posiadającej paski Caspary'ego w całej grupie widłaków, choć zróżnicowanie tkanek pozwala nieraz zupełnie dobrze wyróżniać korę i walec. Wielką rozmaitość przedstawiają skrzypy, gdyż spotykamy u nich śródskórnię bądź pojedyńczą, odgraniczającą korę od walca, bądź też równocześnie i wewnętrzną, oddzielającą pierścień wiązek od rdzenia, bądź wykształconą dookoła poszczególnych wiązek, przyczem stosunki te mogą być odmienne w kłączu i łodydze nadziemnej nawet tej samej rośliny (np. *Equisetum hiemale* L.). U paproci spotykamy się też z rozmaitem umiejscowieniem śródskórni i to właśnie zjawisko było jedną z przyczyn wyróżnienia wielu różnych typów budowy w pędach paproci, które to typy zyskały odrębne nazwy.

Choć koncepcja stelarna van Tieghem'a ma za punkt wyjścia budowę rodzaju pierwiosnka (*Primula*)—to jednak dalszy rozwój teorji stelarnej odnosił się przedewszystkiem do grupy paprotników, gdyż w pędach roślin kwiatowych trudno

było znaleźć tak instruktywne przykłady typów budowy wyróżnionych przez van Tieghem'a. Jak wiadomo van Tieghem przyjmował budowę *monosteliczną*, gdy w danym organie znajdował się jeden walec osiowy czyli jedna stela odgraniczona śródskórnią od kory pierwotnej; *polisteliczną*, gdy walców było więcej i *asteliczną*, gdy ich nie można było wyróżnić, a śródskórnia otaczała poszczególne wiązki przewodzące.

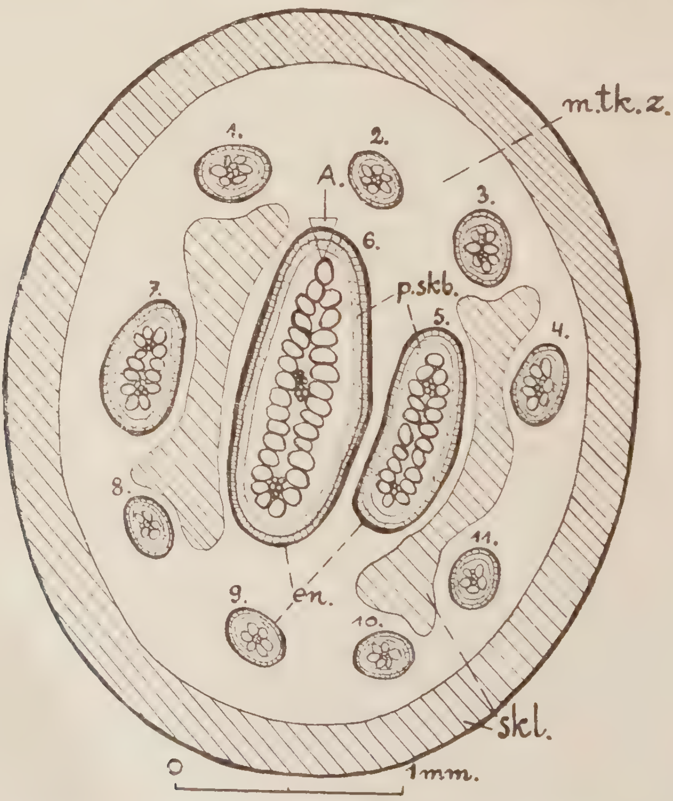
Nie wchodzę w szczegóły późniejszego rozwoju teorji stelarnej, który doprowadził do rozwinięcia niezwykle skomplikowanej nomenklatury, gdyż sprawy te szczegółowo są przedstawione w pracy Schoute'go (Die Stelär - Theorie, Jena - Groningen 1903). Schoute, na podstawie studjum obszernej literatury jakoteż własnych badań nad 100 roślinami, doszedł do wniosku, że choć koncepcja van Tieghem'a i zwolenników teorji stelarnej co do rozwoju kory i walca z histogenów Hanstein'a, jak również daleko sięgające spekulacje filogenetyczne, nie są uzasadnione, to jednak nie ulega wątpliwości bardzo szerokie rozpowszechnienie w łodygach i korzeniach roślin naczyniowych monostelji, do której wedle jego zdania da się sprowadzić większość przypadków uważanych przez zwolenników teorji stelarnej za polisteliczne, względnie asteliczne.

Ponieważ praca Schoute'go oparta jest w znacznej mierze na starszej literaturze, z okresu gdy do wyróżniania pochw granicznych i ich dokładnej charakterystyki anatomicznej nie przywiązywano dostatecznej wagi, wydawało się celowem przeprowadzić szczegółowe studjum zagadnienia pochw granicznych kory i walca (t. zw. „endoderm" morfologicznych) na możliwie szerokim materjale.

Wyniki badań przedstawiam w załączonej tabeli, przyczem do określenia dobrze wyróżnionej pochwy granicznej między korą a walcem używam proponowanego przez Strasburgera (35) [1]) terminu *fleoterma*, który niestety niewiele się przyjął, choć dla oznaczenia tej ważnej morfologicznej granicy jest znacznie odpowiedniejszy niż termin „endoderma". Określenia endodermy używam wyłącznie w sensie histologicznym. Nie uważam za wskazane również stosować do zbadanych struktur łodyg i kłączy terminów proponowanych przez zwo-

[1]) Strasburger, l. c.: „Während die Beziehung Phloeoterma so mit eine morphologische Bedeutung hat, bedeutet Endodermis nur eine bestimmte Art histologischer Differenzierung".

lenników teorji stelarnej. W olbrzymiej bowiem większości wypadków, jak widać z załączonej tabeli (190 na zbadanych 220 pędów), budowa łodyg wykazuje wyraźną fleotermę, względnie inną wyraźną granicę kory i walca. Zgodnie z pierwotną propozycją van Tieghem'a budowę taką określam jako *monosteliczną*. W nieznacznej ilości wypadków (17 na 220), gdzie ani fleotermy ani innej granicy kory i walca nie dało się wykazać, przyjmuję zgodnie z pierwotną terminologją van Tieghem'a budowę *asteliczną*. Natomiast dla określenia t. zw. budowy polistelicznej van Tieghem'a posługuję się terminem *meristelja* w rozumieniu Brebner'a (6), który znacznie jaśniej oddaje istotne stosunki budowy, gdyż w wypadkach tych mamy do czynienia nie z wieloma stelami lecz z grupami wiązek otoczonych wspólną endodermą (ryc. 8



Ryc. 8.

Pteridium aquilinum Kuhn. Przekrój poprzeczny kłącza.
1—11. — meristele; skl.—sklerenchyma; m. tk. z. – miękiszowa tkanka zasadnicza; en. — endodermy I, II, będące pochwami oxydazowemi; p. skb. — pochwy skrobiowe; A — wycinek, pewiększony w ryc. 8a.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
1	*Ophioglossum vulgatum* L.	Ophioglossaceae	9. Kłącze	Monosteliczna	Fl. —	—	Kora zawiera skrobię, której w walcu brak zupełny.
2	*Dicksonia antarctica* R. Br.	Cyatheaceae	8. Korzeń	„	Fl.+jako endod. I i II	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
3	*Cibotium Schiedei* Cham. et Schl.	„	8. Korzeń przyb. powietrzny	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Treść endodermy barwi się Sudanem III.
4	*Onoclea struthiopteris* Hoffm.	Polypodiacae	8. Kłącze	Meristeliczna	Fl. —	—	Meristele otoczone endodermami I i II, będącemi pochwami oxydazowemi.
5	*Aspidium filix fem.* Sw.	„	9. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochw. oxydaz. o treści barwiącej się Sudanem III.
6	„ „ *mas.* Sw.	„	9. „	„	Fl. —	—	„ „
7	„ *lobatum* Sw.	„	9. „	„	Fl. —	—	„ „
8	„ *spinulosum* Sw.	„	8. „	„	Fl. —	—	„ „
9	„ *thelypteris* Sw.	„	8. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endodermami I i II, będącemi pochwami oxydazowemi.
10	*Asplenium trichomanes* L.	„	9. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochwami oxydazowemi, o treści, barwiącej się Sudanem III.
11	„ *viride* Huds.	„	9. „	„	Fl. —	—	„ „
12	*Pteridium aquilinum* Kuhn.	„	8. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochwami oxydaz. Nawewnątrz od endoderm pochwy skrobiowe.
13	*Polypodium aureum* L.	„	8. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochwami oxydazowemi.
14	„ *iridioides* Poir.	„	8. „	„	Fl. —	—	„ „
15	„ *vulgare* L.	„	8. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochwami oxydazowemi o treści barwiącej się Sudanem III.
16	*Platycerium alcikorne* Desv.	„	8. „	„	Fl. —	—	Meristele otoczone endod. I i II, będącemi pochwami oxydazowemi o treści barwiącej się Sudanem III. Nawewnątrz od endod. pochwy skrobiowe.
17	*Osmunda regalis* L.	Osmundaceae	9. „	Monosteliczna	Fl. +jako endod. I	—	Fleoterma jest pochwą skrobiową, oxydazową i garbnikową.
18	*Marsilia quadrifolia* L.	Marsiliaceae	9. „	„	Fl.+ „	—	Część naczyniowa walca otoczona wewnętrzną drugą endodermą, o treści barwiącej się Sudanem III.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
19	*Selaginella Emeliana* L.	Selaginellaceae	9. Łodyga	Monosteliczna	Fl.+jako endod. I	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
20	*Ephedra distachya* L.	Ephedraceae	„	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa	—	Nawewnątrz od fleotermy znajdują się ślady pierścienia sklerenchymatycznego.
21	*Sagittaria sagittifolia* L.	Alismataceae	7. Łod. kwit.	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. otoczone endod. I, II lub III, będącemi pochw. oxydaz., nazewnątrz okolone pochwami skrobiowemi.
22	*Alisma plantago* L.	„	„	Monosteliczna	Fl. —	Zamknięty pierścień sklerenchym., nawewn. od którego są wiązki sitowo-naczyniowe	—
23	*Butomus umbellatus* L.	Butomaceae	„	„	Fl.+jako pochwa garbnikowa	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się zamknięty pierścień sklerenchymatyczny.
24	*Hydrocharis morsus ranae* L.	Hydrocharitaceae	„	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. okolone pochwami oxydaz.
25	*Triglochin palustre* L.	Juncaginaceae	8. „	Monosteliczna	Fl. —	—	Kora miękiszowa, walec zdrewniały.
26	*Potamogeton perfoliatus* L.	Potamogetonaceae	5. Kłącze	„	Fl.+jako end. I i II	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
27	„ *pectinatus* L.	„	8. Łodyga	„	Fl.+ „ I, II, i III	—	Endoderma jest pochwą oxydazową i garbn.
28	*Tradescantia fluminensis* Arrab.	Commelinaceae	9. „	„	Fl.+jako pochwa parenchymatyczna słabo zdrewniała	—	Wiązki sit. naczyniowe otoczone pochwami skrobiowemi.
29	*Juncus glaucus* Ehrh.	Juncaceae	5. Korzeń	„	Fl.+jako endod.	—	Endoderma bez pasków Caspar., wyróżniona jedynie regularnym układem komórek.
30	*Allium cepa* L.	Liliaceae	9. Łod. owoc.	„	Fl. —	Zamknięty pierścień sklerenchymatyczny, nawewnątrz od którego są wiązki s. n.	—
31	*Asparagus officinalis* L.	„	„	„	Fl. —	„	—
32	*Hyacinthus orientalis* L.	„	4. Łod. kwit.	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa	—	—
33	*Tulipa Gesneriana* L.	„	„	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od pochwy skrobiowej znajduje pierścień sklerenchymatyczny.
34	*Majanthemum bifolium* DC.	„	5. „	„	Fl.+jako ślady pochwy parenchym.	—	—
35	*Leucojum vernum* L.	Amaryllidaceae	„	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. naczyniowe okolone pochwami skrobiowemi.
36	*Dioscorea macroura* Harms	Dioscoreaceae	9. Łodyga	Monosteliczna	Fl.+jako pochwa skrobiowa	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
37	*Iris pseudoacorus* L.	Iridaceae	7. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl. —	Zamknięty pierścień sklerench.	—
38	*Zingiber zerumbeth.* Shmith.	Zingiberaceae	9. Łodyga	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. otoczone pierścieniami sklerenchymatycznymi.
39	*Cyperus fuscus* L.	Cyperaceae	9. Łod. owoc.	„	Fl. —	—	„ „
40	*Cladium mariscus* R. Br.	„	9. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl. + jako ślady pochwy parenchymatycznej.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
41	*Saccharum officinarum* L.	Gramineae	8. Łodyga	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. naczyn. otoczone pierścieniam sklerenchymatycznymi.
42	*Glyceria aquatica* Wahlb.	„	9. Łod. owoc.	Monosteliczna	Fl. —	Zamknięty pierścień sklerench.	W kolanku występuje pochwa kolenchymatyczna.
43	*Cymbidium spec.*	Orchidaceae	4. Łod. kwit.	„	Fl. —	„	—
44	*Epipactis latifolia* All.	„	7. Łodyga	„	Fl. —	„	—
45	*Sparganium ramosum* Court.	Sparganiaceae	8. Łod. owoc.	„	Fl. —	„	—
46	*Typha angustifolia* L.	Typhaceae	7. Łod. kwit.	„	Fl. —	„	W kłączach występuje fleoterma, jako endoderma I i II.
47	„ *latifolia* L.	„	„	„	Fl. —	„	—
48	*Calla palustris* L.	Araceae	„	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. otoczone pochwami skrobiowemi.
49	*Philodendron Warszewiczii* C. Koch. et Bon.	„	8. Korzeń powietrzny	Monosteliczna	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Nazewnątrz od endod. znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
50	*Monstera deliciosa* Leib.	„	„	„	Fl.+ „	—	—
51	*Piper tiliaefolium* Lessv.	Piperaceae	9. Łodyga	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
52	*Cannabis sativa* L.	Cannabaceae	9. Łod. owoc.	„	Fl. —	Prawie kompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
53	*Humulus lupulus* L.	„	9. Łodyga	„	Fl. —	„	—
54	*Urtica dioica* L.	Urticaceae	8. „	„	Fl. —	„	—
55	„ *urens* L.	„	9. Łod. kwit.	„	Fl.+jako niekomp. pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajdują się przewody mleczne.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu.	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
56	*Viscum album* L.	Loranthaceae	9. Łodyga	Monosteliczna	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
57	*Thesium intermedium* Schrad.	Santalaceae	8. „	„	Fl. —	„	—
58	*Rumex acetosa* L.	Polygonaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl.+jako niekompletna pochwa skrobiowa.	—	Pochwa skrobiowa jest pochwą oxydazową.
59	*Polygonum convulvulus* L.	„	7. „	„	Fl.+jako niekompletna pochwa kryształonośna.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
60	*Euphorbia peplus* L.	Euphorbiaceae	8. „	„	Fl.+jako niekompletny pas rur mlecznych.	—	—
61	„ *helioscopia* L.	„	9. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nazewnątrz od pochwy skrobiowej znajduje się pas rur mlecznych.
62	*Chenopodium ambrosioides* L.	Chenopodiaceae	7. „	„	Fl.+ „	—	Nazewnątrz od fleotermy znajduje się niekompl. pochwa kryształonośna.
63	„ *album* L.	„	„	„	Fl.+ „	—	Nazewnątrz od pochwy skrob. kompletna pochwa kryształonośna.
64	„ *hybridum* L.	„	„	„	Fl.+jako pochwa kryształonośna.	—	Nawewnątrz od pochwy kryształonośnej niekompletny pierśc. sklerenchymatyczny.
65	*Amarantus retroflexus* L.	Amarantaceae	8. „	„	Fl.+jako słabo wyróżnialna pochwa parenchymatyczna.	—	—
66	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	9. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	—
67	*Melandryum album* Gke.	Caryophyllaceae	7. „	„	Fl.+ „	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
68	*Asarum europaeum* L.	Aristolochiaceae	8. Kłącze	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. Paski Casp. endod. silnie faliste.
69	*Berberis vulgaris* L.	Berberidaceae	8. Łodyga	„	Fl. —	Pas korka.	—
70	„ *intergerrima* Bge.	„	„	„	Fl. —	„	—
71	„ *Morissonensis* Hayata.	„	„	„	Fl. —	„	—
72	„ *Thunbergii* DC.	„	„	„	Fl. —	„	—
73	*Ranunculus acer* L.	Ranunculaceae	8. Łod. kwit.	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—

Nr porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
74	*Ranunculus divaricatus* Wimmer	Ranunculaceae	8. Łodyga	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. otoczone pochwami oxydazowemi, nazewnątrz których znajdują się pochwy skrobiowe.
75	„ *Flammula* L.	„	8. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
76	„ *trichophyllus* Chaix.	„	5. „	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. naczyn. otoczone endod. I, II lub III, będącemi pochw. oxydaz. Endodermy otoczone pochwami skrobiowemi.
77	*Anemone nemorosa* L.	„	8. „	Monosteliczna	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
78	*Caltha palustris* L.	„	5. „	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sit. nacz. otoczone pochwami oxydaz. te zaś — pochwami skrobiowemi.
79	*Myosurus minimus* L.	„	5. „	Monosteliczna	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
80	*Helleborus purpurascens* W. K.	„	5. „	„	Fl. —	„	—
81	*Nymphaea alba* L.	Nymphaeaceae	6. „	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sitowo-naczyniowe otoczone pochwami skrobiowemi.
82	„ *lotus* L.	„	8. „	„	Fl. —	—	„ „
83	„ *Zanzibariensis* Casp.	„	8. Łodyga	„	Fl. —	—	Wiązki sitowo-naczyniowe otoczone pochwami skrobiowemi.
84	*Cabomba aquatica* Aubl.	„	8. „	Monosteliczna	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydazową.
85	*Nuphar luteum* Sibth. et Sm.	„	7. Łod. kwit.	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sitowo-naczyniowe otoczone pochwami skrobiowemi.
86	*Nelumbo nucifera* Caerb.	„	8. Łodyga	„	Fl. —	—	„ „
87	*Victoria regia* Lindl.	„	8. „	„	Fl. —	—	„ „
88	*Ceratophyllum demersum* L.	Ceratophyllaceae	7. „	Monosteliczna	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Pochwa skrobiowa jest pochwą oxydazową.
89	*Papaver somniferum* L.	Papaveraceae	7. Łod. kwit.	„	Fl. + jako pas skrobiowy.	—	Nawewnątrz od pasa skrobiowego znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
90	„ *rhoeas* L.	„	7. Łod. owoc.	„	Fl. —	—	Kora pierwotna parenchymatyczna, walec zdrewniały.
91	*Chelidonium majus* L.	„	7. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	
92	*Glaucium flavum* Cr.	„	7. Łod. kwit.	„	Fl. —	„	—

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
93	*Fumaria officinalis* L.	Papaveraceae	6. Łod. kwit.	Asteliczna	Fl. —	—	Wiązki sitowo-naczyniowe otoczone pochwami skrobiowemi, będącemi zarazem pochw. oxydazowemi.
94	*Cardamine amara* L.	Cruciferae	5. „	Monosteliczna	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
95	„ *pratensis* L.	„	5. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową, nazewnątrz od niej znajduje się pochwa skrob.
96	*Capsella bursa pastoris* Mnch.	„	5. „	„	Fl.+jako pochwa parenchymatyczna	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
97	*Brassica campestris* L.	„	9. „	„	Fl.+jako słabo wyróżniona pochwa skrobiowa.		Nawewnątrz od fleotermy znajdują się ślady pierścienia sklerenchymatycznego.
98	*Reseda lutea* L.	Resedaceae	8. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nazewnątrz od fleotermy znajduje się niekompl. pierścień sklerenchymatyczny.
99	*Helianthemum obscurum* Pers.	Cistaceae	7. „	„	Fl.+ „	—	Fleoterma jest pochw. oxydaz., nawewnątrz od niej znajduje się pierścień sklerench.
100	*Tamarix odessane* Steven.	Tamaricaceae	9. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
101	*Drosera rotundifolia* L.	Droseraceae	9. Łodyga	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	Miękiszowa hypoderma kory pierwotn. jest przeciwieństwem zdrewniałego walca.
102	*Viola silvestris* Rchb.	Violaceae	8. Łod. owoc.	„	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydazową.
103	*Hypericum perforatum* L.	Guttiferae	8. Łod. kwit.	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
104	*Malva neglecta* Wallr.	Malvaceae	8. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od pochwy skrob. znajduje się niekompletny pierśc. sklerenchymat.
105	*Althaea officinalis* L.	„	9. „	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
106	*Gossypium herbaceum* L.	„	9. Łodyga	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
107	*Tilia parvifolia* Ehrh.	Tiliaceae	6. Szypułka kwiatostanowa	„	Fl.+jako pierścień skrobiowy.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
108	*Linum catharticum* L.	Linaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl.+jako pochwa parenchymatyczna	—	—
109	„ *flavum* L.	„	8. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
110	*Oxalis corniculata* L.	Oxalidaceae	9. Łod. owoc.	Monosteliczna	Fl.+jako pochwa parenchymatyczna	—	Pochwa parenchymatyczna z czasem korkowacieje.
111	*Tropaeolum majus* L.	Tropaeolaceae	8. Łod. kwit.	„	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Pochwa skrobiowa występująca w górze łodygi niżej przechodzi w endodermę.
112	*Geranium pratense* L.	Geraniaceae	8. „	„	Fl. + jako fragmenty pochwy kryształonośnej.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
113	*Erodium cicutarium* L'Hérit.	„	7. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
114	*Pelargonium zonale* Ait.	„	9. Łodyga.	„	Fl.+jako niekompletna pochwa kryształonośna.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierścień sklerenchymat.
115	*Impatiens nolitangere* L.	Balsaminaceae	7. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	—
116	*Ruta graveolens* L.	Rutaceae	9. Łod. kwit.	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny niekomplet.
117	*Polygala amarella* Cr.	Polygalaceae	6. „	„	Fl.+jako niekompletna pochwa parenchymatyczna	—	Fleoterma jest pochw. oxydaz. nawewnątrz od niej znajduje się pierśc. sklerenchymatyczny.
118	„ *vulgaris* L.	„	6. „	„	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Treść niektórych jej komórek daje reakcję ksantoproteinową.
119	*Rhus toxicodendron* L.	Anacardiaceae	9. Łodyga.	„	Fl.+jako ślady pochwy skrobiow.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
120	*Aesculus hippocastanum* L.	Hippocastanaceae	6. Szypułka kwiatostanowa.	„	Fl. —	Ślady pierścienia sklerenchymatycznego.	—
121	*Evonymus radicans* Miq.	Calastraceae	9. Łodyga.	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierścień sklerenchymatyczn.
122	*Rhamnus frangula* L.	Rhamnaceae	8. Szypułka kwiatostanowa owocująca	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
123	„ *cathartica* L.	„	„	„	Fl. —	„	—
124	*Vitis riparia* Michx.	Vitaceae	9. Łod. owoc.	„	Fl.+jako niekompletna pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierścień sklerenchymat.
125	*Sedum polonicum* Bł.	Crassulaceae	8. Łod. kwit.	„	Fl.+jako pochwa garbnikowa.	—	—

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie	inna granica kory i walca	UWAGI
126	*Sedum reflexum* L.	Crassulaceae	8. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl. + jako pochwa parenchymatyczna z pasożytami.	—	—
127	*Sempervivum soboliferum* L.	„	8. „	„	Fl. + jako pochwa garbnikowa.	—	—
128	*Saxifraga crasifolia* L.	Saxifragaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	
129	*Comarum palustre* L.	Rosaceae	7. „	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochw. oxydaz. Pasemka Casp. równe ściankom promieniowym.
130	*Potentilla argentea* L.	„	7. „	„	Fl. + jako pochwa garbnikowa.	—	—
131	*Geum urbanum* L.	„	7. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	W kłączu występuje poliderma.
132	*Crataegus oxyacantha* L.	„	6. Szypułka kwiatostanowa	„	Fl. —	Nieregularny pierścień sklerenchymatyczny.	—
133	*Sorbus torminalis* Crantz	„	6. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—
134	*Medicago minima* Grufsb.	Papilionaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl. + jako ślady pochwy parenchymatycznej.		Nawewnątrz od fleotermy, będącej pochwą oxydaz. znajduje się pierść. sklerenchym.
135	*Trifolium campestre* Schreb.	„	7. „	„	Fl. + jako pochwa skrobiowa.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
136	„ *lupinaster* L.	„	8. „	„	Fl. + jako niekompletna pochwa parenchymatyczna.	—	„ „
137	„ *pratense* L.	„	8. „	„	Fl. + „	—	Fleoterma jest pochwą oxydaz. i zawiera garbniki.
138	*Galega officinalis* L.	„	8. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	—

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
139	*Robinia pseudoacacia* L.	Papilionaceae	6. Szypułka kwiatostanowa	Monosteliczna	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
140	*Vicia villosa Roth.*	„	7. Łod. kwit.	„	Fl. + endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. Pasemka Casp. równe ściankom promieniowym.
141	*Ceratonia siliqua* L.	„	7. Łodyga	„	Fl. + jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy, znajduje się pierśc. sklerench. W hypokotylu endoderma jest pochwą skrobiową.
142	*Lythrum salicaria* L.	Lythraceae	8. Łod. kwit.	„	Fl. + jako endoderma I i II względnie poliderma.	—	Endod. jest pochw. oxydaz. U dołu łodygi poliderma. Pasemka Casp. równe ścian. prom.
143	*Oenothera biennis* L.	Oenotheraceae	7. „	„	Fl. + jako pochwa skrobiowa względnie poliderma.	—	Pochwa skrobiowa, występująca u góry łodygi niżej przechodzi w polidermę.
144	*Myriophyllum spicatum* L.	Halorrhagidaceae	8. „	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz., skrobiową oraz garbnikową.
145	*Hippuris vulgaris* L.	Hippuridaceae	5. „	„	Fl. + jako endoderma I.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
146	*Callitriche verna* L.	Callitrichaceae	9. Łodyga	„	Fl. + jako pochwa skrobiowa.	—	—
147	*Hedera helix* L.	Araliaceae	9. „	„	Fl. + „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierśc. sklerenchymatyczny.
148	*Sanicula europaea* L.	Umbelliferae	6. Łod. kwit.	„	Fl. + jako ślady pochwy skrobiowej.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
149	*Sium latifolium* L.	„	8. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
150	*Cicuta virosa* L.	„	7. „	„	Fl. + jako niekompletna pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
151	*Oenanthe Phellandrium* DC.	„	8. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
152	„ *fistulosa* L.	„	5. „	„	Fl. + jako niekompletna pochwa skrobiowa.	—	—

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
153	*Armeria vulgaris* Willd.	Plumbaginaceae	7. Łodyga.	Monosteliczna	Fl.+jako pochwa garbnikowa.	—	Walec zdrewniały, kora pierwotna parenchymatyczna.
154	*Pirola chlorantha* Sw.	Pirolaceae	8. „	„	Fl. —	—	Granicę stanowi zewnętrzna ściana pierścienia sklerenchymatycznego, wykazująca reakcję oxydazową.
155	*Vaccinium myrtillus* L.	Ericaceae	8. Łod. owoc.	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
156	*Calluna vulgaris* Salisb.	„	8. Łod. kwit.	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Pasemka Casp. równe ściankom promieniowym.
157	*Rododendron Catavbiense* Michx.	„	8. Korzeń.	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
158	*Primula carpatica* Fuss	Primulaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl.+jako pochwa niejednorodna.	—	Fleoterma jest pochwą skrobiową, oxydazową i stanowi stopniowe przejście od miękiszowej kory pierw. do sklerench. piersc.
159	„ *cortusoides* L.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową i skrobiową, stanowi stopniowe przejście od miękiszowej kory do sklerenchymat. pierścienia.
160	„ *japonica* A. Gray	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową i stanowi stopniowe przejście od miękiszowej kory pierwotnej do sklerenchym. pierścienia.
161	„ *officinalis* Hill.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	„ „
162	*Anagallis arvensis* L.	„	6. „	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą skrob. i oxydaz. Garbnikowa pochwa okala endod. od zewnątrz.
163	*Lysimachia nummularia* L.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydaz.
164	„ *punctata* L.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą skrob., oxydaz. i zawiera garbniki. Treść endod. daje reakcję ksantoproteinową.
165	*Cortusa Matthioli* L.	„	6. „	„	Fl.+jako pochwa niejednorodna.	—	Fleoterma jest pochwą oxydaz. i stanowi stopniowe przejście od miękiszowej kory pierw. do sklerenchymatycz. pierścienia.
166	*Glaux maritima* L.	„	6. „	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą skrobiową oxydazową i garbnikową.

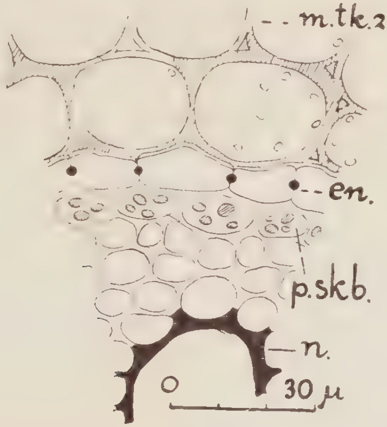
L. p.	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
[illegible]	*Cyclamen europaeum* L.	Primulaceae	[illegible]. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl.+ jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
168	*Convulvus arvensis* L.	Convulvulaceae	7. Łod. owoc.	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
169	*Cuscuta lupuliformis* Krock.	Cuscutaceae	9. „	„	Fl.+ jako pierścień rur mlecznych.	—	Rury mleczne regularnie ułożone.
170	*Polemonium coeruleum* L.	Polemoniaceae	9. Łodyga	„	Fl.+ jako endoderma I.	—	Endoderma jest pochw. skrob. i oxydazową. Plazma komórek endod. silnie przylega do pas. Casp.
171	*Phlox paniculata* L.	„	9. Łod. kwit.	„	Fl.+ jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochw. skrob. i oxydazową.
172	*Pulmonaria officinalis* L.	Boraginaceae	5. Korzeń	„	Fl.+ „	—	„ „
173	*Lithospermum arvense* L.	„	6. Łod. kwit.	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
174	*Martensia sibirica* Don.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. i garbnikową.
175	*Solanum tuberosum* L.	Solanaceae	8. „	„	Fl.+ jako pochwa skrobiowa.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
176	*Hyoscyamus niger* L.	„	6. Łod. owoc.	„	Fl.+ „	—	„ „
177	*Petunia hybrida hort.*	„	9. Łod. kwit.	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierścień sklerenchymat.
178	*Scrophularia alata* Gilib.	Scrophulariaceae	5. „	„	Fl.+ „	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
179	„ *Scopolii* Hoppe	„	5. „	„	Fl.+ jako endoderma I i II.	—	„ „
180	*Veronica anagalis* L.	„	5. „	„	Fl.+ jako pochwa skrobiowa.	—	„ „
181	„ *beccabunga* L.	„	5. „	„	Fl.+ „	—	„ „
182	„ *teucrium* L.	„	5. „	„	Fl.+ jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową, w górze łodygi przechodzi w pochwę skrobiową.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
183	*Veronica serpyllifolia* L.	Scrophulariaceae	5. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl.− jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz., nazewnątrz od niej znajduje się pochwa skrobiowa.
184	„ *Tournefortii* Gmel.	„	5. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydaz.
185	„ *hederifolia* L.	„	5. „	„	Fl.− jako pochwa skrobiowa.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
186	*Digitalis ambigua* L.	„	7. „	„	Fl.+ „	—	—
187	„ *sibirica* Lindl.	„	7. „	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
188	„ *purpurea* L.	„	7. „	„	Fl.+ „	—	„ „
189	*Digitalis lutea* L.	„	7. „	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
190	*Euphrasia Rostkoviana* Hayne	„	6. „	„	Fl.+ jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową.
191	*Alectorolophus major* Rchb.	„	6. „	„	Fl.+ „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową i garbnikową. W górze łodygi przechodzi w pochwę skrobiową.
192	*Pinguicula alpina* L.	Lentiburiaceae	7. „	„	Fl.+ jako pochwa skrobiowa.	—	—
193	*Utricularia vulgaris* L.	„	8. „	„	Fl. —	Pierścień sklerenchymatyczny.	—
194	*Plectrantus fructicosus* Lam.	Acanthaceae	9. „	„	Fl.+ jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajdują się ślady pierścienia sklerenchymatycznego.
195	*Orobancha ramosa* L. (na tytoniu).	Orobanchaceae	9. Łod. owoc.	„	Fl.+ „	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
196	*Columnea Scandens* L.	Gesneriaceae	9. Łodyga.	„	Fl.+ „	—	—
197	*Verbena officinalis* L.	Verbenaceae	7. Łod. kwit.	„	Fl.+ jako pochwa parenchymatyczna.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
198	*Scutellaria galericulata* L.	Labiateae	6. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.
199	*Lamium album* L.	„	7. „	„	Fl. + „	—	Fleoterma jest pochwą skrobiową i oxydazową, o plaźmie silnie przylegającej do pas. Caspary'ego.
200	*Salvia pratensis* L.	„	6. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od pochwy skrobiowej znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
201	„ *verticillata* L.	„	7. „	„	Fl. + „	—	„ „
202	*Melissa officinalis* L.	„	7. „	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Nawewnątrz od niej znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
203	*Mentha piperita* L.	„	7. „	„	Fl. + „		Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydazową. Pas. Caspary'ego równe ściankom promieniowym.
204	„ *crispa auct.*	„	7. „	„	Fl. + „	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydaz.
205	*Elsholtzia Stauntoni* Benth.	„	9. Łodyga.	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień sklerenchymatyczny otaczający 2 — 3 warstwy korka.
206	*Plantago major* L.	Plantaginaceae	8. Łod. owoc.	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Nawewnątrz od niej znajduje się pierścień sklerenchymatyczny.
207	*Gentiana cruciata* L.	Gentianaceae	9. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	—
208	*Menyanthes trifoliata* L.	Menyanthaceae	8. Kłącze	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą skrobiową, oxydazową i garbnikową.
209	*Nymphoides peltata* Ktze.	„	7. Łod. kwit.	„	Fl. + „	—	Endoderma jest w całej łodydze pochwą skrobiową, jest również pochwą oxydazową i garbnikową.
210	*Vinca major* L.	Apocynaceae	9. Łodyga.	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	—
211	*Vincetoxicum officinale* Mnch.	Asclepiadaceae	8. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymat.	—
212	*Galium boreale* L.	Rubiaceae	6. Łod. kwit.	„	Fl. + jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową o wielkich komórkach. Pas. Caspary'ego równe ściankom promieniowym.

Nr. porządkowy	NAZWA ROŚLINY	Rodzina	Miesiąc badania, stopień rozwoju organu	Budowa	Fleoterma względnie inna granica kory i walca		UWAGI
213	*Galium silvaticum* L.	Rubiaceae	8. Łod. kwit.	Monosteliczna	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. Pas. Casp. równe ściankom promieniowym.
214	„ *mollugo* L.	„	7. „	„	Fl. + „	—	„ „
215	*Rubia tinctorum* L.	„	8. „	„	Fl. + „	—	„ „
216	*Leycesteria formosa* Wall.	Caprifoliaceae	9. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się pierścień komórek włóknokształtnych.
217	*Valeriana officinalis* L.	Valerianaceae	9. „	„	Fl. —	Niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.	Nawewnątrz od pierścienia sklerenchymat. znajduje się pierścień przestworów komórk.
218	*Scabiosa ochroleuca* L.	Dipsacaceae	8. „	„	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. Pas. Casp. równe ściank. prom. Treść jej komórek daje reakcję ksantoproteinową.
219	*Knautia arvensis* Coult.	„	7. „	„	Fl. + „	—	Endoderma jest pochwą skrobiową i oxydazową. Pas. Casp. równe ściankom promieniow.
220	*Cucurbita maxima* Duch.	Cucurbitaceae	8. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	—
221	*Campanula sibirica* L.	Campanulaceae	7. „	„	Fl.+jako endoderma I i II.	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. Pas. Caspar. równe ściankom promieniowym.
222	„ *trachelium* L.	„	7. „	„	Fl. + „	—	Endoderma jest pochwą oxydazową. W górze łodygi przechodzi w pochwę skrobiową. Pas. Casp. równe ściankom promieniow.
223	*Bidens tripartitus* L.	Compositae	9. „	„	Fl. + „	—	Endoderma jest pochwą oxydaz. Pasemka Caspary'ego anormalne, wężykowo skręcone
224	*Cirsum oleraceum* Scop.	„	7. „	„	Fl.+jako niekompletny pierścień rur.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajduje się niekompletny pierścień sklerenchymatyczny.
225	„ *oleraceum* Scop.×*acaule* All.	„	7. „	„	Fl. + „	—	„ „
226	*Taraxacum officinale* Web.	„	6. „	„	Fl.+jako pochwa skrobiowa.	—	Nawewnątrz od fleotermy znajdują się rury mleczne.
227	*Crepis tectorum* L.	„	9. „	„	Fl.+jako niekompletna pochwa parenchymatyczna.	—	Fleoterma jest pochwą oxydazową.

i 8a). Należy zaznaczyć, że w materjale zbadanym przezemnie meristelja ograniczona jest wyłącznie do paprotników,



Ryc. 8a.
Pteridium aquilinum Kuhn. Przekrój poprzeczny kłącza.
Powiększenie wycinka A, z ryciny 15.
m. tk. z. - miękiszowa tkanka zasadnicza o zdrewniałych ściankach, przylegających do endoderm; endodermy I, II; p. skb. — pochwa skrobiowa; n. — naczynie.

któremi zajmowałem się tylko ubocznie dla celów porównawczych. Ilość wypadków występowania fleotermy niewątpliwie byłaby większa, gdyby rośliny były badane w różnych okresach rozwoju. Widać to już z tego faktu, że Schoute na podstawie własnych badań lub literatury podaje pochwę skrobiową u szeregu roślin, u których mnie nie udało się jej stwierdzić, co tłomaczy się znanym faktem istnienia pochwy skrobiowej tylko w pewnym okresie życia łodygi[1]).

ROZDZIAŁ III.

ZESTAWIENIE NIEKTÓRYCH WYNIKÓW MORFOLOGICZNYCH.

Szczegółowe wyniki morfologicznej części pracy zawarte są w tabeli w rozdziale poprzednim. Poniżej zestawiam przeglądowe różne sposoby wykształcenia fleotermy (pochwy wo-

[1]) Zbadane rośliny krajowe zestawiłem według dzieła „Rośliny polskie" (Szafer, Kulczyński i Pawłowski, 32). O ile idzie o gatunki obce, to wymieniłem je w kolejnym porządku według zestawienia „Syllabus der Pflanzenfamilien" (Engler-Gilg, 9).

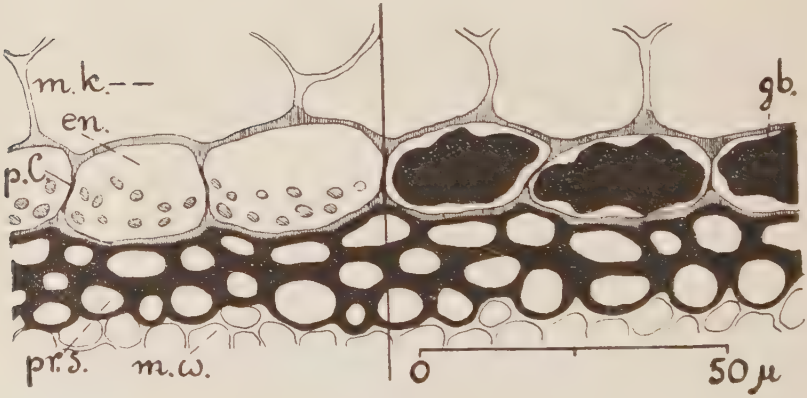
kółwalcowej). Sam układ zestawienia wskazuje już, jak doniosłą cechę budowy anatomicznej przedstawia fleoterma i jej rozmaite wykształcenia.

Fleoterma istnieje — A.
Fleotermy brak — B.

A — *Fleoterma* istnieje / I — *fleotermę* stanowi *endoderma*.
\ II — *fleotermę* stanowi inna pochwa.

I — *Fleotermę* stanowi *endoderma*.

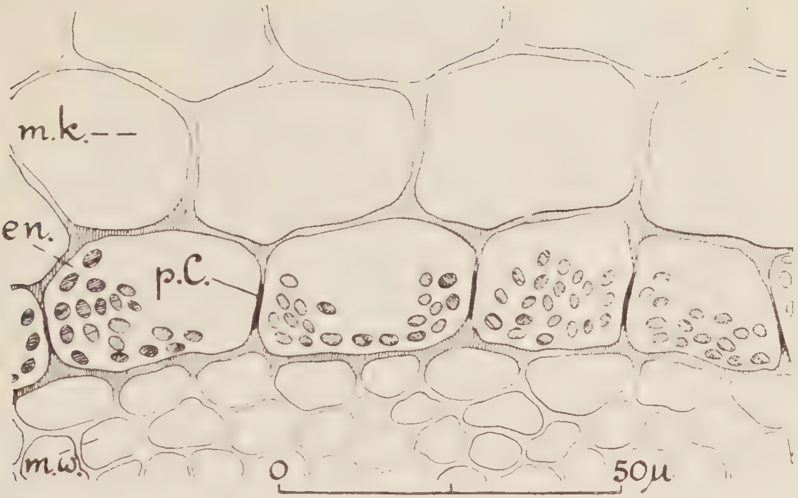
A. I. 1. *Endoderma* jest równocześnie pochwą skrobiową, oxydazową i garbnikową. Przykłady: *Glaux maritima* L. (ryc. 9) oraz gatunki nr. porz. 144, 191 208, 209.



Ryc. 9.
Glaux maritima L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; en. — endoderma I, będąca pochwą skrobiową, oxydazową i garbnikową; p. C.—paski Caspary'ego; gb.—garbniki, strącone działaniem dwuchromianu potasu na zawartość endodermy; pr. s.—pierścień sklerenchymatyczny; m. w.—miękisz walca.

A. I. 2. *Endoderma* jest pochwą skrobiową i oxydazową. Bezpośrednio przyległa warstwa kory pierwotnej stanowi pochwę garbnikową. Przykład: *Anagallis arvensis* L.

A. I. 3. *Endoderma* jest pochwą skrobiową i oxydazową. Przykłady: *Veronica teucrium* L. (ryc. 10) oraz gatunki nr. porz. 84, 102, 111, 163, 164, 170, 171, 184, 199, 203, 204, 219, 222.



Ryc. 10.
Veronica teucrium L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; en. — endoderma I, będąca pochwą skrobiową i oxydazową; p. C. — paski Caspary'ego; m. w. — miękisz walca.

A. I. 4. *Endoderma* jest pochwą oxydazową. Bezpośrednio przyległa warstwa kory pierwotnej tworzy pochwę skrobiową. Przykłady: *Cardamine pratensis* L., *Veronica serpyllifolia* L.

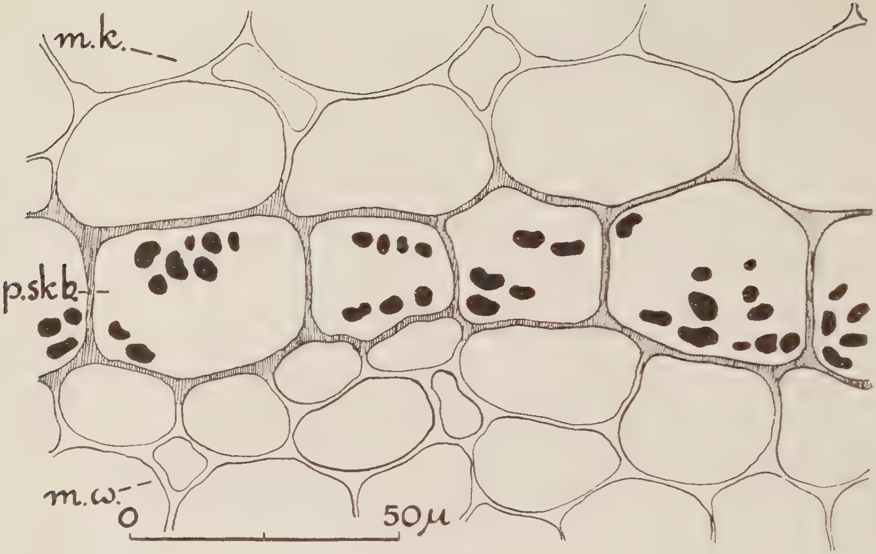
A. I. 5. *Endoderma* jest pochwą oxydazową i garbnikową. Przykłady: *Potamogeton pectinatus* L., *Martensia sibirica* Don.

A. I. 6. *Endoderma* jest tylko pochwą oxydazową. Przykłady: *Bidens tripartitus* L. (ryc. 4) oraz gatunki nr. porz. 19, 26, 68, 94, 103, 117, 118, 129, 140, 145, 156, 173, 179, 190, 198, 202, 206, 212, 213, 214, 215, 218, 221, 227.

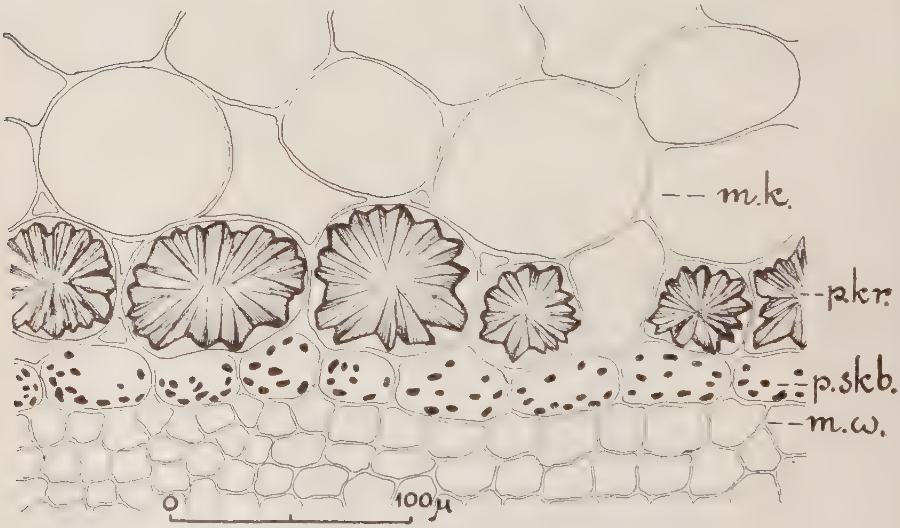
II — *Fleotermę* stanowi inna pochwa.

A. II. 1. *Fleotermą* jest pochwa skrobiowa, będąca zarazem pochwą oxydazową. Przykłady: *Scrophularia alata* Gilib. (ryc. 11) oraz gatunki nr. porz. 58, 67, 88, 99, 135, 158, 159, 175, 176, 180, 181, 185.

A. II. 2. *Fleotermą* jest pochwa skrobiowa, będąca zarazem pochwą oxydazową. Bezpośrednio przyległa war-



Ryc. 11.
Scrophularia alata Gilib. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; p. skb. — pochwa skrobiowa, będąca zarazem pochwą oxydazową; m. w. — miękisz walca.



Ryc. 12.
Chenopodium album L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; p. kr. — pochwa kryształonośna; p. skb. — pochwa skrobiowa (fleoterma); m w. — miękisz walca.

stwa kory pierwotnej tworzy pochwę kryształonośną. Przykłady: *Chenopodium album* L. (ryc. 12) oraz *Chenopodium ambrosioides* L.

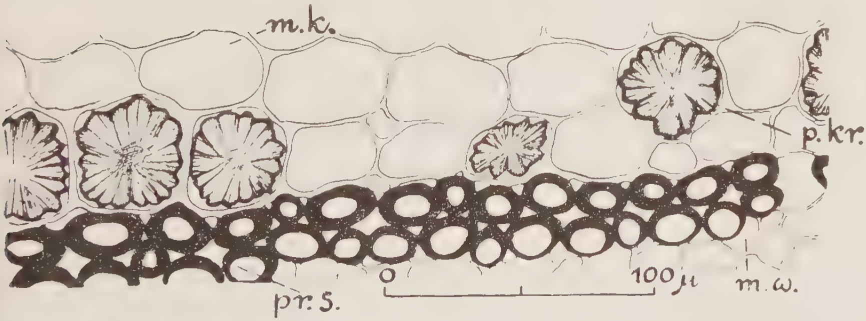
A. II. 3. *Fleotermą* jest pochwa oxydazowa, będąca pochwą garbnikową. Przykład: *Trifolium pratense* L.

A. II. 4. *Fleotermą* jest pochwa oxydazowa (parenchymatyczna). Przykłady: *Verbena officinalis* L. oraz gatunki nr. porz. 134, 136, 161.

A. II. 5. *Fleotermą* jest pochwa skrobiowa. Przykłady: *Althaea officinalis* L. oraz gatunki nr. porz. 20, 32, 33, 36, 55, 66, 89 (pas skrobiowy), 97, 98, 104, 107 (pierścień skrobiowy), 115, 116, 119, 121, 124, 141, 146, 147, 148, 150, 152, 167, 168, 177, 186, 187, 188, 189, 192, 194, 195, 196, 200, 201, 205, 207, 210, 216, 220, 226.

A. II. 6. *Fleotermą* jest pochwa garbnikowa. Przykłady: *Butomus umbellatus* L. oraz gatunki nr. porz. 125, 127, 130, 153.

A. II. 7. *Fleotermą* jest pochwa kryształonośna. Przykłady: *Polygonum convulvulus* L. (ryc. 13) oraz gatunki nr. porz. 64, 112, 114.

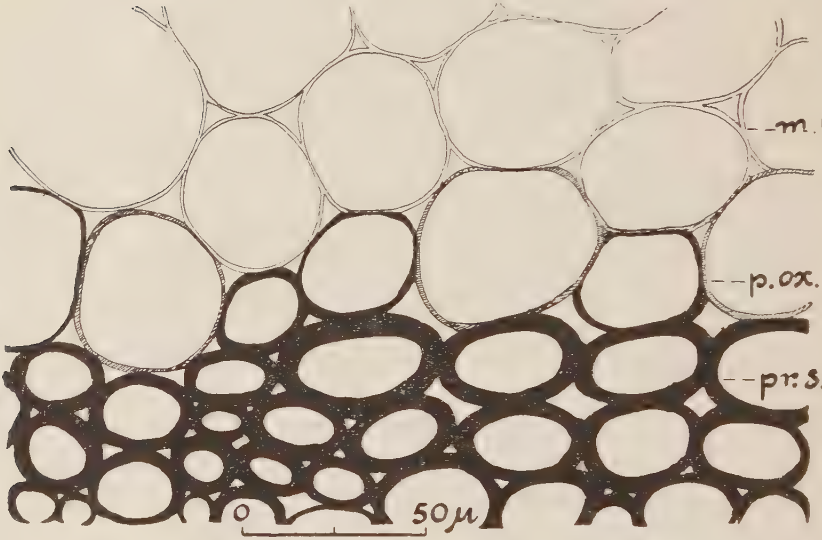


Ryc. 13.

Polygonum convulvulus L. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; p. kr. — pochwa kryształonośna (fleoterma); pr. s. — pierścień sklerenchymatyczny; m. w. — miękisz walca.

A. II. 8. *Fleotermą* jest parenchymatyczna pochwa bez szczególnej zawartości. Przykłady: *Linum catharticum* L. oraz gatunki nr. porz. 28, 34, 40, 65, 110.

A. II.9. *Fleotermą* jest oxydazowa pochwa niejednorodna. Przykłady: *Primula japonica* A. Gray (ryc. 14) oraz gatunki nr. porz. 161, 165.



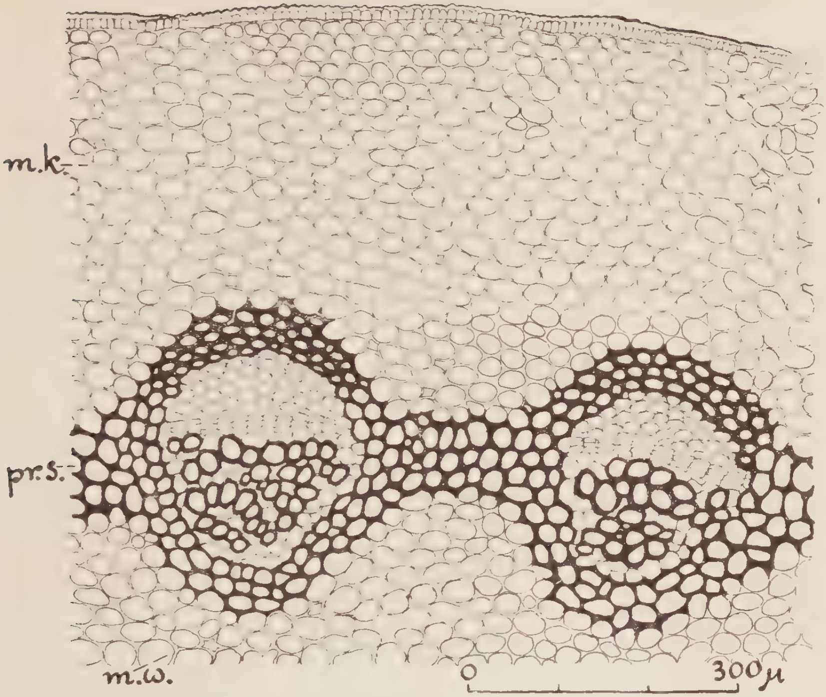
Ryc. 14.
Primula japonica A. Gray. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; p. ox. — fleoterma, będąca niejednorodną pochwą oxydazową i stopniowem przejściem od miękiszowej kory do sklerenchymatycznego walca; pr. s. — pierścień sklerenchymatyczny.

A. II. 10. *Floetermę* stanowi pas rur mlecznych. Przykłady: *Cuscuta lupuliformis* Krock. oraz gatunki nr. porz. 60, 224, 225.

A. II. 11. *Fleotermą* jest pochwa z pasożytami. Przykład: *Sedum reflexum* L.

B — *Fleotermy* brak
- I — granicę kory i walca stanowi pierścień sklerenchymatyczny.
- II — granicę kory i walca stanowi prawdopodobnie pas korka.

B. I. Granicę kory i walca stanowi pierścień sklerenchymatyczny (względnie pas sklerenchymy). Przykłady: *Helleborus purpurascens* W. K. (ryc. 15) oraz gatunki nr. porz. 22, 30, 31, 37, 42—47, 51—54, 56, 57, 73, 75, 77, 79, 91, 92, 100, 101, 106, 109, 113, 120, 122, 123, 128, 131 —

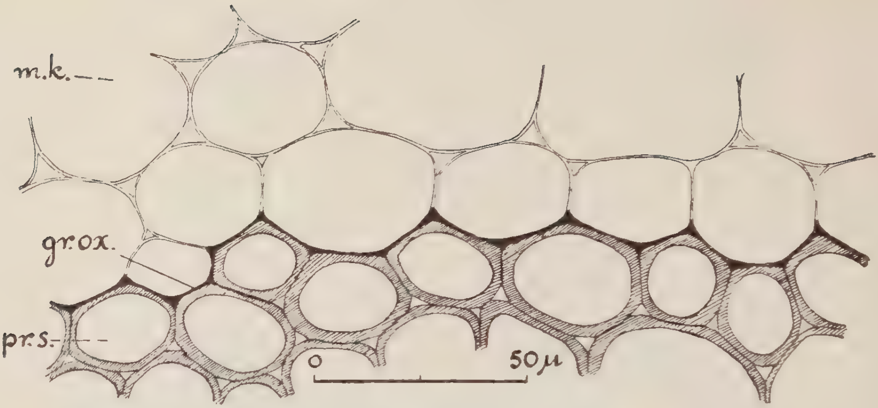


Ryc. 15.
Helleborus purpurascens W. K. Przekrój porzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; pr. s. — pierścień sklerenchymatyczny, w którym wtopione są wiązki sitowo-naczyniowe; m. w. miękisz walca.

133, 138, 139, 149, 151, 155, 193, 211, 217. Ponadto granicę kory i walca stanowi zewnętrzna ściana pierścienia sklerenchymatycznego, wykazująca reakcję oxydazową, u *Pirola chlorantha* Sw. (ryc. 16).

B. II. Granicę kory i walca stanowi prawdopodobnie pas korka. Przykłady: *Berberis vulgaris* L. oraz gatunki nr. porz. 70, 71, 72, należące do tegoż rodzaju.

Powszechność występowania fleotermy w tej czy w innej postaci wskazuje na jej doniosłą rolę w życiu rośliny. Jest to zjawisko z pewnością nietylko o znaczeniu filogenetycznem, jako ślad prawdopodobnego pochodzenia większości roślin osiowych od wspólnych przodków u których miało miejsce zróżnicowanie tkanek na korę i walec osiowy, ale posiada również znaczenie fizjologiczne w życiu rośliny. Doniosłą



Ryc. 16.
Pirola chlorantha Sw. Przekrój poprzeczny łodygi.
m. k. — miękisz korowy; gr. ox.—zewnętrzna ściana pierścienia sklerenahymatycznego, wykazująca reakcję oxydazową: pr. s. — pierścień sklerenchymatyezny.

wskazówką w tym kierunku jest między innemi występowanie skrobi w pochwach o różnorodnej budowie błon. Znamienną cechą pochwy skrobiowej okazuje się w świetle moich badań nagromadzenie skrobi, a nie taki czy inny charakter morfologiczny komórek, w przeciwieństwie do Sachsa, który w określeniu pochwy skrobiowej kładł nacisk na mniejsze wymiary i wyróżniające pierścieniowe ułożenie oraz miękiszowy charakter jej komórek. Z drugiej strony charakterystycznem jest występowanie oxydaz na powierzchni błon komórkowych pochw bardzo różnorodnych jak: endodermy, pochwy skrobiowej a nawet garbnikowej. Niezależnie od niewyjaśnionej jeszcze roli oxydaz zewnątrzkomórkowych, to szerokie rozpowszechnienie ich na błonach pochw granicznych, wskazuje na wspólną pod pewnym względem czynność tych pochw.

Wykazaną w zestawieniu wielką rozmaitość pochw granicznych można się starać ułożyć również w pewien szereg rozwojowy. Wobec prawdopodobnego pochodzenia roślin wyższych suchego lądu od roślin wodnych należy przypuszczać, że endodermy są jednym z najpierwotniejszych typów fleotermy. Świadczą o tem również przytoczone przykłady stopniowego przechodzenia endoderm w pochwy skrobiowe lub inne parenchymatyczne pochwy w łodygach nadziemnych (*Ve-*

ronica teucrium L. i inne). Rozwojowo za bardziej zróżnicowane typy możemy uważać przypadki asteliczne, w których jednak również zazwyczaj spotykamy wyraźne odgraniczenie tkanek przewodzących wiązek od otaczających tkanek miękiszu troficznego.

Przykłady wykształcenia pochw wokółwiązkowych wyszczególnione są poniżej.

Pochwy wokółwiązkowe istnieją — A.
Pochw wokółwiązkowych brak — B.

A — *Pochwy wokółwiązkowe* istnieją ⟨ I — są endodermami. / II — są innemi pochwami.

A. I. *Pochwy wokółwiązkowe* są *endodermami.*

A. I. 1. *Endodermy* wokółwiązkowe są równocześnie pochwami oxydazowemi. Bezpośrednio przyległe warstwy miękiszowej tkanki zasadniczej tworzą pochwy skrobiowe. Przykłady: *Sagittaria sagittifolia* L. (ryc. 17), *Ranunculus trichophyllus Chaix.* (ryc. 18).

A. II. *Pochwy wokółwiązkowe* są innemi pochwami.

A. II. 1. *Wokółwiązkowe pochwy* skrobiowe są równocześnie pochwami oxydazowemi. Przykład: *Fumari officinalis* L.

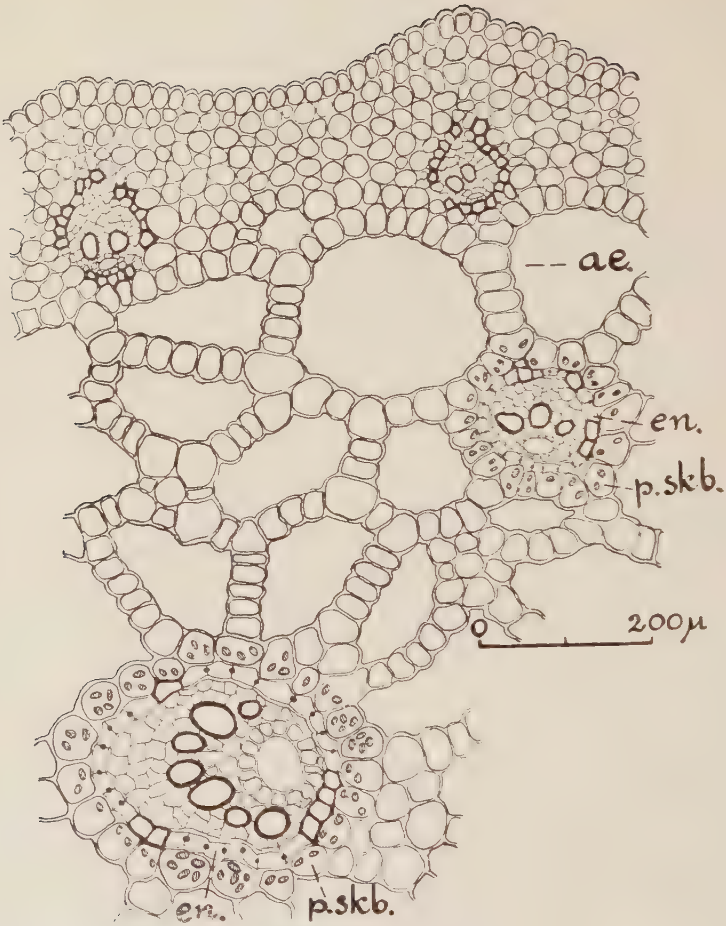
A. II. 2. *Miękiszowe pochwy wokółwiązkowe* są pochwami oxydazowemi. Bezpośrednio przyległe warstwy tkanki zasadniczej tworzą pochwy skrobiowe. Przykłady: *Caltha palustris* L., *Ranunculus divaricatus* Wimmer.

A. II. 3. *Miękiszowe pochwy wokółwiązkowe* są pochwami oxydazowemi. Przykład: *Hydrocharis morsus ranae* L.

A. II. 4. *Pochwy wokółwiązkowe* są pochwami skrobiowemi. Przykłady: *Calla palustris* L. oraz gatunki nr. 35, 81, 82, 83, 85, 86, 87.

B — *Pochw wokółwiązkowych* brak.

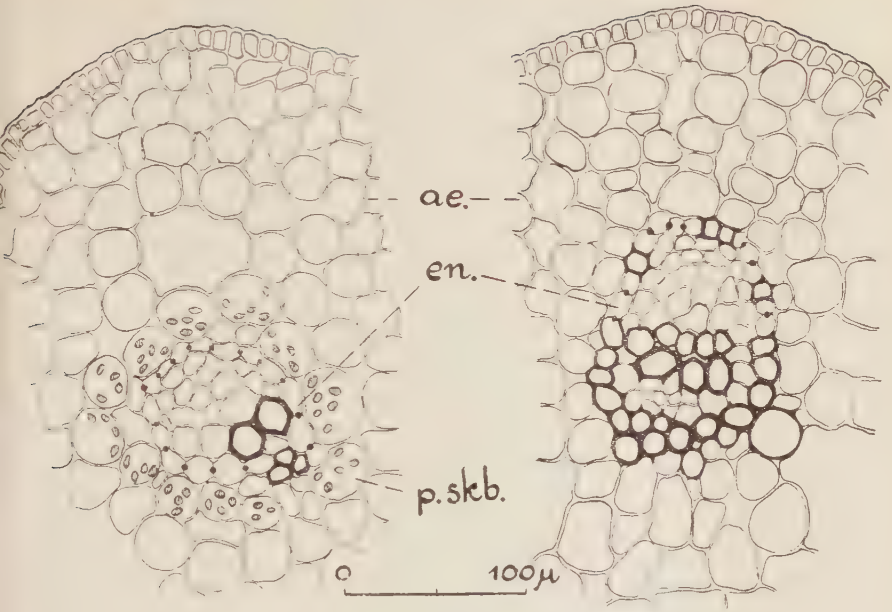
Mimo braku pochw wokółwiązkowych wiązki sitowonaczyniowe odgraniczone od miękiszowej tkanki



Ryc. 17.
Sagittaria sagittifolia L. Przekrój poprzeczny łodygi.
ae. — aerenchyma; p. skb. — pochwy skrobiowe; en. — endodermy I, II lub III.

zasadniczej sklerenchymatycznemi pierścieniami. Przykłady: *Saccharum officinarum* L., *Zingiber zerumbeth*. Smith. i *Cyperus fuscus* L.

Na szczególne podkreślenie zasługuje wypadek, w którym pochwy wokółwiązkowe są endodermami. U strzałki wodnej (ryc. 17) widzimy wiązki otoczone wyraźnemi endodermami, których błony wykazują reakcję oxydazową, natomiast bezpośrednio od zewnątrz przyległe warstwy miękiszu



Ryc. 18
Ranunculus trichophyllus Chaix. Przekrój poprzeczny łodygi.
ae. — aerenchyma; en. — endodermy I, II lub III; p. skb. — pochwa skrobiowa.
Lewa połowa rysunku przedstawia fragment górnej części łodygi, prawa — fragment dolnej części łodygi.

zasadniczego wykazują tak obfite nagromadzenie skrobi, że możemy mówić niejako o zdwojeniu pochwy granicznej, której funkcje różnicują się pomiędzy sródskórnię i pochwę skrobiową. Analogiczną budowę posiada łodyga *jaskra skąpopręcikowego* (ryc. 18), gdzie w młodszem stadjum wokół wiązek istnieją endodermy, otoczone od zewnątrz pochwami skrobiowemi; w stadjach starszych pochwy skrobiowe zanikają, a endodermy rozwijają się w ochronne pochwy mechaniczne.

Przykłady te, choć nieliczne, wskazują, że nie można endodermom właściwym przypisywać tak doniosłego znaczenia morfologicznego, jak to czynił van Tieghem i zwolennicy klasycznej teorji stelarnej, oraz, że rozmieszczeniem endoderm rządzą między innemi również momenty fizjologiczne, w szczególności konieczność zapewnienia parcia komórkowego w elementach przewodzących wodę, jak to wynika z nowszych doświadczeń fizjologicznych (40, 45), co zresztą przypuszczał

już de Vries. Instruktywnym przykładem ilustrującym słuszność tego twierdzenia jest obecność endoderm naokoło przestworów przewodzących wodę w liściach *Isoëtes lacustris* L., lub w ogonkach liściowych *Nymphaea lotus* L., *Nymphaea Zanzibariensis* Casp., *Nelumbo nucifera* Caerb. i *Victoria regia* Lindl., gdzie tylko błony promieniowe otaczające kanały powietrzne wykazują reakcję floroglucynową. Fakt, że odgraniczenie zarówno wiązek od miękiszu zasadniczego jak walca osiowego od kory pierwotnej uskutecznione jest przy pomocy zupełnie analogicznie wykształconych pochw granicznych, jak to wynika z zestawień załączonych powyżej, wskazuje nam na zupełnie podobne funkcje tych pochw granicznych.

Za poglądem odmawiającym endodermom przemożnego znaczenia morfologicznego przemawia między innemi fakt, na który już uwagę zwrócił Strasburger w krytyce teorji stelarnej (35 s. 440), że tak jednolicie pod względem morfologicznym wyglądająca grupa roślin, jaką przedstawiają żyjące dziś skrzypy, musiała być rozdzielona przez zwolenników teorji stelarnej pomiędzy odrębne typy budowy monostelicznej (*Equisetum pratense*, *Eq. sciproides*, astelicznej *Eq. limosum*, *Eq. littorrale*) i wreszcie gamodesmicznej (*Eq. silvaticum* kłącze i *Eq. hiemale* łodyga, przyczem toż samo *Eq. hiemale* w kłączu wykazuje znów hudowę asteliczną).

W wyniku moich badań nad pochwami granicznemi w łodygach roślin wyższych uzasadniam na podstawie znacznie obszerniejszego materjału i rozwijam pogląd Schoute'go, że w pierwotnej budowie olbrzymiej większości łodyg spotykamy wyraźną granicę kory pierwotnej i walca osiowego. Granica ta jednak w przeciwieństwie do korzeni, gdzie występuje zawsze jako endoderma właściwa, może być bardzo rozmaicie wykształcona, najczęściej jednak jako specjalna pochwa graniczna—fleoterma. Należy przypuszczać, że nawet w nielicznych wypadkach, w których nie udało mi się wyróżnić fleotermy—będzie ją można wykazać przy pomocy udoskonalonych metod badania lub odczynników.

Można przypuszczać, że w anatomji opisowej nie utrzyma się cała skomplikowana nomenklatura teorji stelarnej ani spekulacje filogenetyczne z nią związane. Pozostanie jednak zasługą teorji stelarnej, że do jasnych pojęć opisowo-anatomicznych de Bary'ego, używanych powszechnie przy opisie struktur anatomicznych, wprowadziła odróżnienie tkanek

kory pierwotnej i walca osiowego, które to wyróżnienie jest tak zasadniczą cechą architektury wewnętrznej roślin osiowych, co widać choćby z zestawienia, zamieszczonego w rozdziale drugim niniejszej pracy.

Panu Profesorowi Dr. Adamowi Wodziczce, pod którego kierownictwem wykonałem powyższą pracę, składam serdeczne podziękowanie.

LITERATURA.

1. v. Alten H. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wurzeln, nebst Bemerkungen über Wurzelthyllen, Heterorhizie, Lenticellen. Dissert. Göttingen 1908.

2. De Bary A. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

3. Bäsecke P. Beiträge zur Kentniss der physiologischen Scheiden der Filicinenachsen-und Wedel sowie über den Ersatz des Korkes bei den Filicinen. Dissert. Marburg 1908.

4. Benecke-Jost. Pflanzenphysiologie. Jena 1913.

5. Brebner G. On the Anatomy of Danaea and other Marathiaceae. Ann. of Botany, vol. 16, 1902.

6. Caspary R. Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und die Wurzel. Jahrb. für wiss. Bot. IV Bd 1855 — 56.

7. Correns C. Über die vegetabilische Zellmembran. Pringsheims Jahrb. für wiss. Bot. 1894. Bd. XXVI. Heft 4.

8. Dreyer A. Beitrag zur Kentnis der Funktion der Schutzscheide. Dissert. St. Gallen 1892.

9. Engler-Gilg. Syllabus der Pflanzenfamilien. Berlin 1924

10. Grafe V. Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen. Berlin 1914.

11. Guilliermond A. Traité de cytologie végétale. Paris 1933.

12. Haberlandt G. Physiologische Plfanzenanatomie. Leipzig 1924.

13. v. Höhnel F. Über eine eigentümliche Verbindung des Hypoderma mit der Epidermis. Wiss. prakt. Unters. auf dem Geb. des Pflanzenbaues. Wien 1875. Bd. I.

14. Jeffrey E. C. The Morfology of thy Central Cylinder in the Angiosperms. Trans. of. the Canad. Inst. vol. 6, 1899.

15. Jeffrey E. C. The Structure and Development of the Stem in the Pteridophyta and Gymnosperms. Philos. Trans. of the Royal Society of London. Ser. B. vol. 195. 1902.

16. Kroemer K. Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermwurzel. Bibliot. Botan. Bd. XII. Heft 59. Stuttgart 1903.

17. Leitgeb H. Die Luftwurzeln der Orchideen. Schriften der Kais. Akad. der Wiss. Wien 1865. Bd. XXIV.

18. Mager H. Beiträge zur Anatomie der physiologischen Scheiden der Pteridophyten. Bibliotheca Botanica. Heft 66. Stuttgart 1907.

19. Mager H. Die Endodermis als Grenze für Stoffwanderungen. Arch. für wiss. Bot. Bd. 19. Heft 13.

20. Meyer A. Erstes mikroskopisches Praktikum. Jena 1915

21. Müller H. Über die Metakutisierung der Wurzelspitze und die verkorkten Scheiden in den Achsen der Monokotyledonen. Dissert. Marburg 1906.

22. Mylius G. Das Polyderm. Biblioth. Botan. 1912. Heft. 79 Marburg 1912.

23. Nikolai O. Das Wachstum der Wurzel. Schrift. der Kgl. physik. ökon. Gesllsch. zu Königsberg 1865.

24. Oudemans C. Über den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen. Verhand. d. Kgl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam 1861.

25. Pfitzer E. H. Über die Schutzscheide der deutschen Equisetaceen. Dissert. Königsberg 1867.

26. Poirault G. Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires. Annal. d. sc. nat. sér. 7, t. XVIII. 1893.

27. Rimbach A. Beitrag zur Kenntnis der Schutzscheide. Dissert. Weimar 1887.

28. Rumpf G. Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel. Biblioth. Botan. Bd. XIII. Heft 62. Stuttgart 1904.

29. Russow E. Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen. Memoires de l'acad. imp. d. scienc. de St. Petersbourg. 1872. T. XIX. N. 1.

30. Russow E. Betrachtungen über das Leitbündel und Grundgewebe. Dorpat 1875.

31. Schoute I. C. Die Stelär-Theorie. Jena - Groningen 1903.

32. Szafer, Kulczyński, Pawłowski. Rośliny polskie. Lwów 1924.

33. Schneider - Zimmermann. Botanische Mikrotechnik. Jena 1922.

34. Schwendener S. Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Abh. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin 1882.

35. Strasburger E. Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Histologische Beiträge. 1891.

36. Van Tieghem Ph. Traité de botanique. Paris 1891.

37. Van Tieghem Ph. Recherches sur la symmetrie de structures de plantes vasculaires. La racine. Annal. d. sc. nat. sér. 5, t. XIII. 1870 — 1871.

38. Tondera F. Przyczynek do znajomości pochwy skrobiowej. Nakł. Akad. Umiej. Wydz. Mat. Przyr. Kraków 1903.

39. Tunmann O. Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913.

40. Ursprung A. u. Blum G. Zur Kenntnis der Saugkraft. IV. Die Absorptionszone der Wurzel. Der Endodermissprung. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. 39. 1921.

41. de Vries H. Studien over zuigwortels. Maandblaad voor Naturwetenschapen. 1886. XIII Jrg. N. 4. u. Bot. Ztg. 1886.

42. Wiesner I. Über den Nachweis der Eiweisskörper in den Pflanzenzellen. u. zur. Eiweissreaction und Structur der Zellmembran Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. VI. 1888.

43. Wodziczko A. Über eine chemische Reaktion der lebenden Endodermiszellen. Bull. de L'Acad. d. Sc. de Cracovie Sér. B. 1916.

44. Wodziczko A. Gibt es Unterschiede in der mikrochemischen Natur des Casparyschen Streifens bei verschiedenen Pflanzengruppen. Acta Soc. Bot. Polon. vol. VII, N. 1. Warszawa 1930.

45. Ziegenspeck H. Über die Rolle des Casparyschen Streifens der Endodermis und analoge Bildungen. u. über Permeabilität tertiär-verdickter Endodermen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 39. 1921.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Kenntnis der Endodermis, wurde durch die ausführlichen und gründlichen Untersuchungen der Marburger Schule (3, 16, 18, 21, 22, 27) unter Leitung von A. Meyer, besonders in histologischer Richtung hin, sehr vertieft (1903—1913). Verschiedene Probleme blieben hierbei dennoch unberührt, so z. B. wurde der Inhalt der Endodermiszellen kaum untersucht; zu einseitig lenkte man seine Aufmerksamkeit auf die Ausbildung der Zellmembranen. Weiter wurde die Frage des Auftretens und der Ausbildung des Endoderms und anderer Grenzscheiden in den Stengeln der Blütenpflanzen systematisch nicht geprüft; schliesslich bemühte man sich auch nicht, ausgenommen die wertvolle Arbeit von Schoute („Die Stelärtheorie". Groningen-Jena 1902), die Ergebnisse dieser Forschungen für die Bewertung der Stelärtheorie zu benutzen.

In der vorliegenden Arbeit bemühte sich der Verfasser den oben angeführten Mängeln gerecht zu werden und eine volle lückenlose morphologische Beschreibung des Gewebes zu geben.

Es wurden 227, vorwiegend mitteleuropäische, krautige Arten untersucht. Schnitte von Wurzeln, Rhizomen und Stengeln wurden aus freier Hand gemacht. Vor allem untersuchte der Verfasser Stengel frisch aufgeblühter Pflanzen. Die Präparate wurden aus den unteren, mittleren und oberen Teilen des Stengels hergestellt, um die Entwicklung und den Bau des ganzen überirdischen Teiles kennen zu lernen. Weiter wurden mikrochemische Reaktionen ausgeführt, um die Natur

der Membranen der Endodermiszellen und deren Inhalt festzustellen.

Was den histologischen Bau der Endodermis anbelangt, so beschäftigte sich der Verfasser zuerst mit den Abweichungen vom normalen Bau des Casparyschen Streifens. Er untersuchte eingehend den anormalen Bau des Casparyschen Streifens bei *Bidens tripartitus* L., worüber in der Literatur nur eine kurze Anmerkung zu finden war. (44, S. 48). Die sonst in morphologischer und chemischer Hinsicht einheitlichen Streifen kommen hier auf den horizontalen Wänden der Endodermiszellen in Form von breiten, stark gewundenen und zerfetzten Bildungen vor, die fast die Hälfte der Endodermiswände einnehmen (Abb. 4, 5, 6). Weiter macht der Verfasser auf das Fehlen des Casparyschen Streifens in der Wurzel von *Juncus glaucus* Ehrh. aufmerksam.

Ferner wurde das Vorkommen von extracellulären Oxydasen auf der Oberfläche der Endodermiszellen eingehend untersucht, was schon Prof. Wodziczko endeckt und als spezifische Endodermisreaktion angegeben hat (43). Mit Hilfe der Benzidinreaktion (Benzidin + H_2O_2) stellte der Verfasser die Anwesenheit der Oxydasen (Peroxydasen s. str.) nicht nur auf der Oberfläche der eigentlichen Endodermen, sondern auch an verschiedenen Grenzscheiden zwischen der Rinde und dem Zentralzylinder fest, so z. B. an Stärkescheiden. Die Meinungen über die Funktion der Oxydasen (Phenolasen) sind noch ungeklärt, doch zeugt ihre Anwesenheit an morphologisch verschiedenen Grenzscheiden für eine ähnliche physiologische Funktion dieser Scheiden.

Was den Inhalt der Endodermiszellen anbetrifft, so suchte der Verfasser vor allem nach einigen in den Pflanzenzellen verbreiteten Stoffen, wie: Stärke, Fette, Eiweisskörper, Gerbstoffe, sowie nach anderen charakteristischen Inhaltsbestandteilen (z. B. nach Kristallen, Farbstoffen u. a.). Es ist nicht verwunderlich, dass der Inhalt der Endodermiszellen in den Stengeln der Blütenpflanzen sehr verschieden ist, und dass sich Endodermzellen durch einen spezifischen Inhalt nicht charakterisieren lassen, wenn man bedenkt, dass die Endodermis im Stengel ein rudimentäres Gewebe ist und ihre Funktion dortselbst nicht dieselbe sein kann, wie in der Wurzel.

Dies ist auch der Grund ihrer morphologischen Verschiedenheiten, welche der Verfasser in Stengeln festgestellt hat. Es wurde u. a. festgestellt: aussergewöhliche Grösse der Endodermzellen (*Galium boreale* L., *Campanula sibirica* L.), oder die ausserordentliche Breite der Casparyschen Streifen, welche die ganze radiale Wand einnehmen (*Comarum palustre* L., *Vicia villosa* Roth., *Calluna vulgaris* Salisb., *Mentha piperita* L., *Rubia tinctorum* L., *Galium boreale* L., *Galium mollugo* L., *Galium silvaticum* L., *Knautia arvensis* Coult., *Scabiosa ochroleuca* L., *Campanula trachelium* L., *Campanula sibirica* L.), Mannigfaltig ist auch der Inhalt der Zellen, wodurch die Endodermis im histologischen Sinne zugleich eine Stärke—, Gerbstoff — oder Farbstoffscheide repräsentiert.

In den meisten Fällen (145 auf 220 der untersuchten Triebe), war eine deutliche Scheide um den Zentralzylinder zu finden, die der Verfasser mit dem von Strasburger eingeführten Ausdruck „Phloeoterma" bezeichnet. Nicht immer ist das Phloeoterma als eine typische Endodermis (mit Casparyschen Streifen) ausgebildet. Öfters bildet es eine Stärke—, Oxydasen —,Gerbstoff –,oder Kristallscheide. Man findet anderseits zuweilen eine typisch ausgebildete Endodermis um jedes einfache Leitbündel, oder auch um einzelne Leitbündelkomplexe. Auf Grund dieser Befunde kann den Endodermen keine so grosse morphologische Bedeutung, wie die Anhänger der Stelärtheorie es wollen, zugeschrieben werden, weil die Verbreitung und Ausbildung der Endodermen zweifellos auch von physiologischen Momenten abhängig ist. Da die meisten Stengel eine verschieden ausgebildete Grenzscheide, Phloeoterma—aufweisen, was ich in Übereinstimmung mit Schoute festgestellt habe, muss ihr Bau als monostelisch aufgefasst werden, unbeachtet dessen, ob diese Grenzscheide als Endodermis (*s. str.*) oder auch in anderer Weise ausgebildet ist. Die verschiedenen Entwicklungsarten dieser Scheiden sind in der Tabelle angegeben, ihre weitere Besprechung muss in dieser Zusammenfassung ausser Acht gelassen werden.

Es ist wohl anzunehmen, dass in einigen Fällen (45 auf 190), wo ein Phloeoterma nicht festgestellt werden konnte, man es künftig mit besser ausgearbeiteten Methoden und anderen Reagenzien wird feststellen können. Es weisen darauf die scheinbaren Abweichungen meiner Tabellen von denjenigen in Schoutes Arbeit hin. Diese Unterschiede lassen sich z. T.

durch das verschiedene Alter der untersuchten Pflanzen (Vorkommen oder Fehlen der Stärkescheide), wie auch die verschiedenen Entfernungen der untersuchten Schnitte vom Vegetationskegel erklären (der allmähliche Übergang der Stärkescheide in die eigentliche Endodermis, z. B. bei *Veronica teucrium* L).

Wenn eine deutliche Abgrenzung des Zentralzylinders von der primären Rinde nicht vorhanden ist—so sind die einzelnen Leitbündel oder Leitbündelkomplexe vom trophischen Parenchym doch deutlich abgegrenzt. In der Ausbildung dieser Leitbündelscheiden wurde eine ähnliche Mannigfaltigkeit, wie in der Ausbildung des Phloeoterma angetroffen. Wenn die Zentralzylinderscheide fehlt und die einzelnen Leitbündel von besonderen Scheiden umgeben sind, so nenne ich diesen Bautypus in Übereinstimmung mit van Thieghem „Astelie". Wenn die Leitbündelkomplexe von einer gemeinsamen Scheide umgeben sind, bezeichne ich diesen Bau mit Brebner (5) als „Meristelie", da die alte Bennenung van Thieghems „Polystelie" nicht geeignet ist, da sie zu Missverständnissen führen kann.

Ausser diesen *termini*, die sich von selbst erklären, sehe ich keinen genügenden Grund die komplizierte Nomenklatur der Anhänger der Stelärtheorie zu benutzen.

Das allgemeine Ergebnis meiner Untersuchungen in morphologischer Beziehung ist die Feststellung der grundsätzlichen Stichhaltigkeit der Stelärtheorie, so weit sie die Differenzierung des Kormus der meisten Pflanzen in Zentralzylinder und Rinde behauptet. Die einzelnen Fälle des astelischen und meristelischen Baues erschöpfen die Mannigfaltigkeit der Struktur der oberirdischen Organe der höheren Pflanzen.

STANISŁAW ŚNIESZKO

Z Instytutu Bakterjologji Rolniczej Uniwersytetu Stanowego w Madison, Wisconsin, U. S. A., (dyrektor prof. Dr. E. B. Fred) i z *Instytutu Weterynarji i Medycyny Doświadczalnej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie,* (dyrektor prof. Dr. Juljan Nowak).

(wpłynęło 24.I.1934).

DOŚWIADCZENIA NAD BAKTERJAMI ROZKŁADAJĄCEMI BŁONNIK W WARUNKACH TLENOWYCH *).

(Some Experiments on the Aerobic Cellulose Decomposing Bacteria).

Ilość węgla związanego w tkankach roślin znajdujących się na kuli ziemskiej odpowiada 1000 — 1100 biljonom kg. bezwodnika węglowego (S c h r o e d e r 1919). Ponieważ błonnik stanowi jeden z najważniejszych składników roślin wyższych, jasnem jest, że uwalnianie bezwodnika węglowego z obumarłych tkanek roślinnych jest jednym z najważniejszych procesów przemiany materji utrzymujących równowagę w przyrodzie. Ponieważ z nielicznemi wyjątkami zwierzęta nie wytwarzają enzymów umożliwiających im trawienie błonnika, więc pozostają tylko drobnoustroje jako jedyne istoty, które posiadają zdolność rozkładania błonnika. Główną rolę odgrywają tu grzyby i bakterje.

---

*) Autor wykonał większą część doświadczeń opisanych w niniejszej pracy, jako stypendysta Fundacji Rockefellera.

Pomimo jednak wielu badań przeprowadzonych na tem polu, wiadomości nasze co do biologji i stanowiska systematycznego tych drobnoustrojów są bardzo skąpe, a to z tego względu, że otrzymywanie ich w czystych hodowlach, co głównie odnosi się do bakteryj, do tej pory napotyka na wielkie trudności.

Bakterje te w zależności od ich właściwości biologicznych dzielone są zwykle na trzy zasadnicze grupy t. j. rozkładające błonnik w warunkach 1) tlenowych, 2) beztlenowych i 3) termofilnych. Tą ostatnią grupę można jeszcze podzielić na dwie podgrupy, a mianowicie bakteryj tlenowych i beztlenowych. Ponieważ tematem poniżej opisanych doświadczeń są bakterje należące do pierwszej grupy, więc w przeglądzie piśmiennictwa uwzględnione zostaną tylko odnośne prace.

Pierwsze bakterje należące do tej grupy zostały opisane przez van Itersona jun. (1904). Autor znajdował je w mule, glebie i wodzie morskiej. Do wyosobnienia ich stosował pożywki zawierające roztwór soli mineralnych oraz błonnik w formie bibuły do sączenia. Celem otrzymania warunków tlenowych stosował pożywkę w b. cienkiej warstwie, lub też bibułę tak umieszczał w pożywce, że część jej wystawała ponad powierzchnię płynu. W takiej pożywce posianej materjałem z miejsc, w których w warunkach naturalnych odbywał się rozkład błonnika, uzyskiwał wzrost bakteryj i rozkład bibuły, który występował szczególnie silnie na granicy płynu i powietrza. Po kilku dniach hodowania w temperaturze od 25—35° C, na bibule pojawiały się brunatne plamy, a poniżej bibuła zamieniała się na żółtą śluzową masę. Ponieważ metoda van Itersona nie nadawała się do uzyskania czystej hodowli, znajdowały się tam różne formy, pomiędzy któremi jednak zawsze na pierwszem miejscu występowały dwa zasadnicze typy, t. j. cienka wysmukła laseczka i duży ziarniak. Laseczka otrzymała niewłaściwą nazwę *Bacillus ferrugineus*, która to nazwa została nadana już dawniej przez Rullmanna (1898) całkiem innej i błonnika nie rozkładającej bakterji. Iterson uważał ziarniaka za drobnoustrój, który ułatwia trawienie błonnika, lecz który sam nie bierze czynnego udziału w jego rozkładzie.

Nieco później Merker (1911) wyosobnił z liści Elodea dwa ziarniaki rozkładające błonnik, które nazwał *Micrococcus cytophagus* i *Micrococcus melanocyclus*, które rozkładały błon-

nik w warunkach tlenowych. Hodowle te jednak nie były czyste.

Pierwsze, naprawdę czyste hodowle bakteryj rozkładających błonnik otrzymali uczeni amerykańscy Kellerman i McBeth (1912). Badając produkujące metan hodowle „beztlenowych" bakteryj rozkładających błonnik wyosobnionych przez Omeliańskiego, otrzymali oni wtórnie z tej rzekomo czystej hodowli, trzy gatunki bakteryj rozkładających błonnik w warunkach tlenowych. Dwa z nich to jest *B. rossica* i *B. flavigenes* okazały się pałeczkami bezzarodnikowemi, a trzeci *B. amylolyticus* laseczką zarodnikującą. Wyosobnienia tych bakteryj dokonali autorowie na płytkach agarowych. Pożywka składała się z roztworu soli mineralnych, do których dodano delikatnie sproszkowanego błonnika i węglanu wapnia, dla zobojętnienia powstających kwasów. Na tych pożywkach bakterje te wytworzyły kolonje, a dookoła nich ukazały się przejrzyste obwódki, których powstanie autorowie tłómaczyli rozpuszczaniem błonnika. W dalszych doświadczeniach Kellerman, McBeth, Scales i Smith (1913), wyosobnili z gleby szereg gramoujemnych laseczek, które rozkładały błonnik w warunkach wybitnie tlenowych, a na płytkach agarowych wytwarzały kolonje otoczone pierścieniem pożywki, w którym błonnik był rozpuszczony dzięki enzymom wydzielanym przez bakterje. Spostrzeżenia opisane przez autorów amerykańskich (Kellerman i McBeth, 1912) spotkały się z ostrą krytyką Omeliańskiego (1913), lecz dzięki prostym a przekonywującym doświadczeniom Löhnisa i Lochheada (1913) zarzuty te zostały obalone.

Bakterje wyosobnione przez Kellermana i współpracowników rosły nie tylko na błonniku, ale dawały się hodować z powodzeniem na prawie wszystkich zwykłych podłożach bakterjologicznych, nie tracąc przez to nic ze swoich zdolności atakowania błonnika. W znanym podręczniku Bakterjologji systematycznej Bergey'a (1925) są te bakterje opisane pod nazwą rodzajową *Cellulomonas*.

Badania Kellermana i tow. były powtórzone przez szereg autorów, lecz wyniki ich doświadczeń były w wielu wypadkach ujemne. Pringsheim (1923) przebadał nawet niektóre z oryginalnych szczepów wyosobnionych przez Kellermana, lecz w żadnym wypadku nie udało mu się uzyskać rozkładu błonnika. Zapatrywanie Pringsheima, że hodowle wyosobnione

przez autorów amerykańskich nie są właściwemi bakterjami rozkładającemi błonnik, lecz formami towarzyszącemi, podzielili tacy autorowie jak Hutchinson i Clayton (1919), Gray i Chalmers (1924), Winogradzki (1929, 1932) i Bokor (1930). Poza Pringsheimem żaden z wymienionych autorów nie przebadał szczepów Kellermana, lecz swoje zapatrywania wygłosili jedynie na podstawie własnych ujemnych prób, wyosobnienia podobnych bakteryj. Autorowi niniejszej pracy (Śnieszko, 1929) udało się jednak oryginalnym szczepom wyosobnionym przez Kellermana i tow., hodowanym od roku 1912/13 na zwykłym agarze buljonowym, po szeregu niepowodzeń przywrócić utraconą, jak zdawało się już bezpowrotnie, zdolność rozkładania błonnika, przez hodowanie na wyjałowionej ziemi z dodatkiem błonnika. Doświadczenia te zostały w całości potwierdzone w pracy Skinnera (1929), która ukazała się w kilka miesięcy później. Również badania Waksmana i Heukelekiana (1924), Bradleya i Rettgera (1927), jak i Dubosa (1928) wykazały, że niektóre przynajmniej ze szczepów Kellermana rozkładają błonnik. Ostatnio Winogradzki (1929), a szczególnie Kalninŝ (1930), wyosobnili szereg nowych szczepów, z których wiele wykazuje znaczne podobieństwo cech do bakteryj wyosobnionych przez Kellermana i tow. Badania Winogradzkiego a szczególnie Kalninsa wykazały ponad wszelką wątpliwość, że w przyrodzie znajduje się cały szereg gramoujemnych, bezzarodnikowych laseczek, które w warunkach tlenowych rozkładają błonnik. Również w warunkach na pozór beztlenowych bo w szlamie jeziora udało się Issaczence (1921) wykryć tlenowe bakterje rozkładające błonnik, a przypominające z opisu bakterje wyosobnione przez van Itersona*).

Drobnoustroje wyosobnione przez Issaczenkę wytwarzały jako pośredni produkt rozkładu błonnika substancję redukującą odczynnik Fehlinga, prawdopodobnie cellobiozę. Również Kalninŝowi udało się wykazać podobne produkty przejściowe jeśli ograniczył dostęp tlenu przez zatopienie probówek parafiną. Ilość tej substancji była dość znaczną, bo dochodziła do 30% dodanego do pożywki błonnika. Autor podkreśla przy tem ważność przypuszczenia Pringsheima

*) Thaysen i Bunker, 1927, str. 214.

(1909, 1910, 1912, 1913), że bakterje rozkładające błonnik produkują węglowodany, które mogą służyć jako źródło energji dla wolno żyjących bakteryj wiążących azot atmosferyczny. Doświadczenia przeprowadzone nad hodowaniem bakteryj rozkładających błonnik razem z *Azotobacter chroococcum* (Kalnins, 1930) wykazały, że ten ostatni może czerpać energję z produktów rozkładu błonnika, lecz bakterje rozkładające błonnik nie mogą korzystać z azotu przyswajanego przez Azotobactera.

Jedne z najdokładniejszych badań biochemicznych nad bakterjami rozkładającemi błonnik w warunkach tlenowych przeprowadził Simola (1931 a, 1931 b). Autor ten wyhodował dwa szczepy, względnie gatunki, laseczek zarodnikujących, a więc typu dotąd rzadko spotykanego przy tlenowym rozkładzie błonnika. Na szczególną uwagę zasługują badania autora nad wytwarzaną przez te bakterje substancją redukującą płyn Fehlinga, która wbrew przypuszczeniom nie okazała się ani cellobiozą ani glukozą, lecz kompleksem oksyketokwasów, które przypominały te z kwasów próchnicowych, które nie posiadają własności kolloidalnych. Bakterje te miały też zdolność produkowania z błonnika i źródeł azotu zawartych w pożywce, substancji, która miała pewne własności białka. Powstanie takiej substancji białkowej, jako jednego z produktów bakteryjnego rozkładu błonnika, tak w glebie jak i w jelitach niektórych zwierząt, ma duże znaczenie dla przemiany materji w glebie i dla odżywiania zwierząt roślinożernych.

Bardzo ciekawym etapem w badaniach nad rozkładaniem błonnika w warunkach tlenowych i mezofilnych były odkrycia Hutchinsona i Claytona (1919). Autorowie ci wyhodowali z gleby pochodzącej z pól słynnej stacji doświadczalnej w Rothamsted, drobnoustrój, który żywo rozkładał błonnik i odznaczał się ciekawemi właściwościami morfologicznemi i biologicznemi. Drobnoustrój ten mógł być hodowany tylko na pożywkach zawierających błonnik i nieorganiczne związki azotowe, najlepiej azotany. Dodatek wysokodrobinowych organicznych związków azotu lub cukrów redukujących działał nań toksycznie. Pod względem morfologicznym występował stale w dwu postaciach, a mianowicie nieco spiralnie zgiętej laseczki o zwężonych biegunach i wielkiego ziarniaka. Począt-

kowo autorowie sądzili, że mają do czynienia z dwoma odrębnemi gatunkami żyjącemi w symbiozie. Ponieważ jednak nawet przy zastosowaniu najściślejszych w tym wypadku dostępnych metod, nie udało się autorom tych dwu form od siebie oddzielić, przeprowadzili odpowiednie obserwacje morfologiczno-rozwojowe, celem przekonania się czy te formy nie stanowią stadjów cyklu rozwojowego badanego drobnoustroju. Badania te wykazały, że drobnoustrój ten posiada szereg stadjów rozwojowych, przez które przechodzi od zgiętej i ostro na biegunach zakończonej laseczki do formy ziarniakowatej będącej formą przetrwalnikową. Ponieważ forma laseczkowata w niektórych wypadkach przypominała nieco krętki i zdradzała ruchy pełzająco-oscylujące i w rozwoju swym posiadała formy ziarenkowate, autorowie zaliczyli ją do krętków i nazwali *Spirochaeta cytophaga*. Nazwa ta jakkolwiek została przyjęta przez szereg autorów późniejszych bez zastrzeżeń, nie dała się długo utrzymać, ponieważ bliższe badania wykazały, że *S. cytophaga* nie ma nic wspólnego z krętkami. W młodych hodowlach na pożywce z błonnikiem występowały najpierw formy laseczkowate, które w miarę rozwoju ustępowały formom ziarenkowatym, zwanym przez autorów sporoidami. Sporoidy odznaczały się tylko nieznacznie zwiększoną odpornością na czynniki niszczące. Drobnoustrój ten w czystej hodowli i w warunkach ściśle tlenowych rozkładał energicznie błonnik. Do hodowania najlepiej nadawały się pożywki stałe lub półstałe. Błonnik był rozkładany z wytwarzaniem niewielkich ilości kwasów organicznych, żółtego pigmentu, najprawdopodobniej identycznego z karotyną i znacznych ilości śluzu, który poddany hydrolizie nie rozpadał się na substancje redukujące płyn Fehlinga. Jeszcze przed badaniami Hutchinsona i Claytona, niektórzy autorowie mieli do czynienia z hodowlami rozkładającemi błonnik, a złożonemi z dwu form, t. j. laseczki i ziarniaka. Jak już wspomniano van Iterson (1904) pierwszy, który opisał tlenowe bakterje rozkładające błonnik i z takiemi właśnie formami miał do czynienia, lecz uważał je stanowczo za dwa odrębne choć symbiotycznie żyjące drobnoustroje. Również Gescher (1922) opisał drobnoustroje najprawdopodobniej identyczne ze *S. cytophaga*. Zapewne tylko nieznajomość pracy autorów angielskich była powodem, że autor ten twierdził, iż miał do czynienia z współżyjącemi ziarniakami i laseczkami rozkładającemi błonnik.

Badania G e s c h e r a są też ciekawe i pod innym względem. Zauważył on, zresztą nie po raz pierwszy, wytwarzanie się enzymatycznych obwódek dookoła kolonij bakteryj rozkładających błonnik, w których to miejscach błonnik był rozpuszczony. W e d ł u g j e g o o b s e r w a c y j o b w ó d k i t e n i e b y ł y w y t w o r z o n e p r z e z z a c z y n y w y d z i e l a n e z b a k t e r y j r o s n ą c y c h w k o l o n j a c h, l e c z p r z e z t e b a k t e r j e k t ó r e p r z e n i k a ł y p o ż y w k ę i w n i e j p o s u w a ł y s i ę w m i a r ę j a k b ł o n n i k u l e g a ł r o z k ł a d o w i. Fakt ten mógłby posłużyć do wyjaśnienia obserwacyj poczynionych przez niektórych autorów, którzy zauważyli, że hodowle przez nich wyosobnione tracą szybko zdolność rozkładania błonnika, jeśli były hodowane na pożywkach stałych. W t a k i c h w y p a d k a c h b y ł y n a j p r a w d o p o d o b n i e j p r z e s z c z e p i a n e b a k t e r j e t o w a r z y s z ą c e, k t ó r e t w o r z y ł y t y p o w e k o l o n j e, a b a k t e r j e r o z k ł a d a j ą c e b ł o n n i k i z n a j d u j ą c e s i ę w e w n ą t r z a g a r u p r z e s z c z e p i a n e n i e b y ł y.

Najprawdopodobniej też bakterje rozkładające błonnik opisane przez B o j a n o w s k i e g o (1925) i B o k o r a (1930) nie wiele się różniły od *S. cytophaga*. W i n o g r a d z k i w swych obszernych badaniach (1927, 1928, 1929) nad drobnoustrojami rozkładającemi błonnik opisał kilka gatunków, które według niego miały być identyczne, względnie pokrewne, ze *S. cytophaga* (Hutch. i Clayton). W i n o g r a d z k i uważa, że forma ziarniakowata spotykana regularnie w hodowlach *C. Hutchinsoni* nie jest formą rozwojową, lecz drobnoustrojem współżyjącym, którego nie można oddzielić od formy laseczkowatej. Badania W i n o g r a d z k i e g o objęły cały szereg typów bakteryj rozkładających błonnik tlenowo i na podstawie swych doświadczeń podzielił je na kilka grup, które nazwał: 1) *Cytophaga*, 2) *Cellvibrio* i 3) *Cellfacicula*.

Jako najważniejszy produkt rozkładu błonnika w warunkach tlenowych uważał W i n o g r a d z k i t. zw. oksycellulozę, substancję której dokładniej nie określił, a którą identyfikował na podstawie własności barwienia. Nie był w stanie wyosobnić żadnych innych produktów rozkładu błonnika. W a k s m a n (1927) przypisywał *S. cytophaga Hutchinsoni* duże znaczenie przy rozkładzie błonnika w glebie. Oksycelluloza jest według W a k s m a n a nie czem innem jak t. zw. „substancją

komórkową", która jest jedną z substancyj macierzystych próchnicy. Wyżej wspomniane doświadczenia Simoli (1931 b) rzucają pewne światło na powstanie i znaczenie tej „Zellsubstanz" w przyrodzie.

Ciekawy problem, czy istotnie *S. cytophaga* posiada cykl rozwojowy i czy stałe występowanie w jej hodowlach dwu form, t. j. ziarniaka i laseczki, należy uważać za cykl rozwojowy, czy też nierozerwalną symbiozę, zdaje się że został ostatecznie rozstrzygnięty dzięki pracom Krzemieniewskiej. W pierwszej pracy (1930) autorka wykazała, że formy ziarniakowata i laseczkowata są tylko dwoma stadjami w cyklu rozwojowym tego samego drobnoustroju. Tak kształt jak i cykl rozwojowy *S. cytophaga* przemawia zdaniem autorki za tem, aby zaliczyć ten drobnoustrój do miksobakteryj, a szczególnie zaś do rodzaju *Myxococcus*. Dalej autorka wykazuje, że szczep *Cytophaga Hutchinsoni* wyosobniony przez Winogradzkiego nie jest identyczny ze *Spirochaeta cytophaga* autorów angielskich. Również udało się autorce (1933) śledzić pod mikroskopem kiełkowanie form laseczkowatych z okrągłych form przetrwalnikowych i temsamem udowodnić, że formy te są tylko stadjami cyklu rozwojowego tego samego drobnoustroju.

W pewnej sprzeczności z badaniami Krzemieniewskiej znajdują się doświadczenia opisane przez Judowiczównę (1932), która wyosobniła też *Cytophagę*, lecz jak sama przyznaje nie w czystej hodowli. Autorka twierdzi, że udało się jej oddzielić formę laseczkowatą od ziarniakowatej i tą pierwszą hodować na żelu krzemionkowym bez żadnych dodatków. Ponieważ sama autorka twierdzi, że hodowle jej nie były zupełnie czyste, należałoby wyniki poddać krytyce i czekać na ich potwierdzenie na większym materjale doświadczalnym.

Ostatnio ogłoszone doświadczenia (Rippel i Flehming, 1933) polegające na wyosabnianiu przy pomocy mikromanipulatora pojedyńczych form ziarniakowatych z hodowli bakteryj rozkładających błonnik, a należących niewątpliwie do typu *Cytophaga*, potwierdzają doświadczenia Krzemieniewskiej wykazujące, że z form ziarniakowatych, przetrwalnikowych, kiełkują formy laseczkowate, a zatem że obie formy są tylko stadjami cyklu rozwojowego, a nie symbiozą dwu różnych gatunków.

CZĘŚĆ DOSWIADCZALNA.

Materjał, z którego wyosobniono poniżej opisane hodowle przecinkowców rozkładających błonnik w warunkach tlenowych i mezofilnych, pochodził z mułu z dna jeziora Mendota, położonego w pobliżu miasta Madison w Stanie Wisconsin w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

W czasie mojego pobytu w Madison przeprowadzano właśnie badania nad przemianami gazowemi zachodzącemi w mule tego jeziora (Allgeier i tow., 1932). Badania te przemawiały za tem, że w mule jeziora muszą się odbywać procesy fermentacji błonnika, i dlatego też podjąłem się zadania, aby wyosobnić i opisać drobnoustroje czynne przy tych procesach.

Ponieważ badania chemiczno-fizyczne wykazywały, że w mule jeziora panują warunki ściśle beztlenowe, dlatego też starałem się otrzymać hodowle, któreby fermentowały błonnik w takich samych warunkach. Prócz tego starałem się zbadać, czy w mule znajdują się też drobnoustroje rozkładające błonnik w warunkach tlenowych. Wstępne badania wykazały, że w mule tym znajdują się liczne bakterje rozkładające błonnik tlenowo i beztlenowo. Dalsze doświadczenia prowadzono w obu kierunkach, lecz w niniejszej pracy zostaną opisane tylko badania dotyczące bakteryj tlenowych.

Wyosobnianie. Celem wyosobnienia bakteryj o których mowa, stosowano kilka metod. Zawsze jednak pierwszym krokiem było otrzymanie hodowli przygotowawczych na pożywkach, w których błonnik był stosowany o ile możności jako jedyne dostępne źródło energji. Tak do otrzymania hodowli przygotowawczych, czystych i do dalszych doświadczeń stosowano cały szereg pożywek, z których ważniejsze zostaną podane na wstępie, aby później uniknąć niepotrzebnego powtarzania.

POŻYWKI:

I. Pożywka wg. Viljoena (1926).

A.	Na (NH_4) HPO_4	2.00	gr.
	KH_2PO_4	1.00	„
	$MgSO_4$ $7H_2O$	0.30	„
	NaCl	0.10	„
	Wody wodociągowej	1000.00	cm^3

B.	Peptonu	5.00 gr.
	Błonnika	10—30.00 „

Dla przejrzystości pożywka ta jest podzielona na dwie części A i B. Części A używano jako roztworu macierzystego dla przeważnej ilości pożywek stosowanych w opisanych tu doświadczeniach. Błonnik i pepton dodawano tylko w szczególnych wypadkach, co będzie każdorazowo zaznaczone w tekście.

II. Agar skrobiowy. (Kellerman i tow., 1913). Na 800 cm³ wrzącej wody dodano 10 gr. skrobji ziemniaczanej rozmąconej w małej ilości zimnej wody i gotując odparowano do 500 cm³. Do tego roztworu skrobji dodano 500 cm³ pożywki mineralnej Nr. I A i 10—20 gramów agaru. Czasami dodawano nieco węglanu wapnia.

Wyciąg z ziemi. Wyciąg z ziemi przygotowywano w ten sposób, że do 2 litrów wody dodawano 1 kg ziemi zawierającej dużo próchnicy i 5 gr węglanu wapnia sproszkowanego, poczem wyjaławiano pod ciśnieniem 2 atmosfer przez 1 godzinę. Następnie zostawiano w spokoju przez kilka dni, zlewano przejrzysty płyn z wierzchu, który jeszcze filtrowano przez podwójne sączki papierowe. Kolor takiego płynu był ciemno-brunatny.

III. Pożywka mineralna z wyciągiem z ziemi.

Pożywki Nr. I A	750—800 cm³
Wyciągu z ziemi	200—250 „

IV. Buljon zwykły:

Wyciągu mięsnego Liebiga (lemco)	3—4 gr.
Peptonu (Bacto)	5—10 „
NaCl	0.5 „
K_2HPO_4	0.5 „
Wody	1000.00 cm³

Jeśli w miarę potrzeby używano pożywek o innym składzie niż wymienione, względnie używano ich modyfikacyj, w tekście zostanie nadmienione.

WYOSOBNIANIE.

Celem uzyskania hodowli wyjściowych przygotowano znaczną ilość probówek zawierających pożywki Nr. I A bez żadnych organicznych źródeł azotu, lub też dodano azotu organicznego pod postacią 0.5% peptonu lub 0.2% asparagi-

ny. Do pożywek tych dodano błonnika pod postacią pasków bibuły do sączenia, który umieszczono w probówkach w ten sposób, że do $^2/_3$ były zanurzone w płynie, a $^1/_3$ wystawała ponad jego powierzchnię. Wszelkie późniejsze hodowle płynne w probówkach zawierających bibułę w paskach były w ten sposób przygotowane. Po wyjałowieniu zaszczepiono pożywki różnemi ilościami mułu z jeziora Mendota, który to muł poprzednio był trzymany przez pewien czas w naczyniach, z których tlen był zupełnie usunięty. Po zaszczepieniu tego materjału na wymienione pożywki, probówki umieszczono w cieplarce w temperaturze + 28 — 30° C. W tej ciepłocie wykonano wszystkie doświadczenia opisane w niniejszej pracy.

Już po 24 godzinach pojawił się wzrost w pożywkach zawierających azot organiczny, a po 48 godzinach w probówkach z azotem mineralnym. W pożywkach zawierających azot organiczny, wzrost był bardzo silny i nieswoiste bakterje zwykle przerastały bakterje rozkładające błonnik. W pożywkach z mineralnemi źródłami azotu, a częściowo w pożywkach z asparaginą, wzrost występował przedewszystkiem na bibule na granicy płynu. Już po upływie 3 — 5 dni bibuła była do tego stopnia na granicy płynu nadżarta, że za najlżejszem wstrząśnięciem probówką rozpadała się na poszczególne włókienka. W preparatach mikroskopowych wykonanych z pierwszych hodowli przygotowawczych, znajdowała się tak znaczna rozmaitość form, że trudno było rozstrzygnąć, które z nich odgrywały decydującą rolę w rozkładzie błonnika. Jak wspomniano, do wysiewu użyto różnych ilości materjału. Przed szczepieniem muł był rozcieńczony wodą wyjałowioną w stosunku 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1000 i t. d. W z r o s t b a k t e r y j, szczególniej w pożywkach zawierających azot organiczny, pojawiał się stale w rozcieńczeniu 1 : 10^6. W pożywkach z azotem mineralnym w z r o s t występował jeszcze w rozcieńczeniach 1 : 10^4. Natomiast r o z k ł a d b ł o n n i k a w pożywkach z azotem organicznym występował stale w rozcieńczeniu materjału 1 : 100, a czasem w 1 : 1000, a z azotem mineralnym stale w rozcieńczeniu 1 : 10, a często 1 : 100. Z tego wynikałoby, że albo w badanym materjale było niewiele drobnoustrojów tlenowych, rozkładających błonnik, albo że warunki doświadczalne bakterjom tym nie odpowiadały. Dalsze doświadczenia pozwoliły wnioskować, że ostatnie przypuszczenie było słuszniejsze.

Zanim przystąpiono do prób otrzymania czystych hodowli, kilkakrotnie przeszczepiano hodowle przygotowawcze na te same pożywki.

Pierwsze próby otrzymania czystej hodowli wykonano metodą rozcieńczeń. Z otrzymanych hodowli przygotowawczych porobiono rozcieńczenia w wodzie wyjałowionej w stosunku 1 : 10, 1 : 100 i t. d. Po 1 cm^3 tych rozcieńczeń zaszczepiono do takich samych pożywek płynnych, jakie były używane przy otrzymywaniu hodowli wstępnych, oraz do pożywek agarowych zawierających błonnik. Agar z błonnikiem był przygotowany w ten sposób, że do pożywki I A dodano tyle zawiesiny błonnika, przygotowanej metodą podaną przez Scalesa (1915), że pożywka była mleczno-białą. Następnie dodano do pożywki 1.5 do 2% agaru przemytego i sproszkowanego. Do jednej serji pożywek dodano około 0.25% peptonu. Ponieważ obawiano się, że w grubej warstwie agaru zawierającego błonnik ze względu na jego małą przejrzystość trudno będzie dostrzec kolonje, czy też rozkład błonnika koło kolonij występujący, a cienka warstwa pożywki prędkoby wyschła, uniemożliwiając dłuższy okres hodowania, dlatego wylewano na płytki najpierw pożywkę bez błonnika, a dopiero po jej zupełnem skrzepnięciu wylano drugą warstwę cienką, zawierającą błonnik i przed wylaniem zakażoną odpowiedniem rozcieńczeniem badanych bakteryj. Już w poprzednich doświadczeniach (Śnieszko, 1929) metoda ta okazała się dobrą. Pożywki płynne i stałe po zaszczepieniu umieszczono w cieplarce o temperaturze 28° C.

Najpierw wzrost ukazał się w hodowlach płynnych i na tych płytkach z agarem i błonnikiem, które zawierały dodatek 0.25% peptonu. W wyższych rozcieńczeniach materjału (1 : 10^4) rozkład błonnika wystąpił we wszystkich probówkach po 5 dniach. W płynnych pożywkach zawierających pepton, posianych wyższemi rozcieńczeniami hodowli przygotowawczych rozkład występował nieregularnie, ale wzrost był wszędzie obfity; badanie mikroskopowe wykazywało nadal obecność kilku różnych form bakteryj. Na pożywkach z asparaginą lub z azotem mineralnym rozkład błonnika występował regularniej, aż do rozcieńczenia 1 : 10^6, a w rozcieńczeniach wyższych tylko sporadycznie. Ponieważ na pożywkach zawierających pepton lub asparaginę wzrost bakteryj pojawiał się w rozcieńczeniach wyższych niż rozkład błonnika, nale-

żało z tego wnosić, że w hodowlach przygotowawczych znajdowała się przewaga form niepożądanych i dlatego w dalszych doświadczeniach nie próbowano już otrzymywania czystych hodowli drogą posiewania wysokich rozcieńczeń na pożywki płynne, uważając ten sposób za bezcelowy.

Na pożywkach agarowych zawierających pepton zawsze pojawiał się *B. proteus*, którego pełzający wzrost uniemożliwiał przeszczepianie pojedyńczych kolonij. Na płytkach niezawierających organicznych związków azotu, nie zauważono żadnego wzrostu, nawet po kilku tygodniach.

Ponieważ opisane próby uzyskania czystych hodowli nie powiodły się, próbowano metod innych. Tetrault (1930) wykazał, że termofilne bakterje rozkładające błonnik, mogą się rozwijać na agarze i błonnik rozkładać, jeśli koncentracja agaru w pożywce wynosi mniej niż 1%. Przygotowano więc na roztworze macierzystym I. A pożywkę zawierającą błonnik strącony metodą Scalesa i tylko 0.8% agaru. Płytki przygotowano w ten sposób jak poprzednio z tem, że do dolnej warstwy niezawierającej błonnika dodano 1.5 — 2% agaru. Górną cienką warstwę zawierającą błonnik i 0.8% agaru, zaszczepiono rozcieńczeniami hodowli przygotowawczych. Po zupełnem skrzepnięciu wierzchniej warstwy agaru, płytki umieszczano w cieplarce. Ponieważ po kilku dniach nie zauważono żadnych śladów wzrostu ani rozkładu błonnika, przygotowano t. zw. agar skrobjowy zawierający normalną (1.5 — 2%) ilość agaru, który po wylaniu na płytki zaszczepiono przez rozcieranie na powierzchni materjału z hodowli przygotowawczych. Już po 24 godzinach ukazały się drobne kolonje, a po 2—3 dniach można ich było odróżnić kilka typów. Wszystkie typy rozkładały skrobję, co łatwo było stwierdzić, polewając płytki roztworem jodu. *B. proteus* na tej pożywce nie rósł, nie mając odpowiedniego źródła azotu. Po przeszczepieniu b. licznych kolonij do probówek zawierających pożywki z paskami bibuły, w kilku probówkach uzyskano nietylko wzrost, ale i rozkład błonnika na granicy płynu. Po przeszczepieniu powtórnem na agar skrobjowy, uzyskano wzrost kolonij jednego typu, które przeniesione na płynną pożywkę z błonnikiem bez wyjątku go rozkładały.

Na powyżej opisanych płytkach zawierających 0.8% agaru i błonnik, po 5 tygodniach hodowania ukazały się pierwsze ślady rozkładania błonnika. Co prawda nie wytworzyły się

typowe kolonje bakteryjne, lecz ukazały się małe, przejrzyste, okrągłe przestrzenie, w których pożywka straciła swoją matowość, zpowodu rozpuszczenia błonnika. W tychże miejscach agar był nieznacznie zapadnięty. Po przeszczepieniu materjału z tych pólek na płynne pożywki, bibuła została rozłożona w przeciągu kilku dni na granicy płynu.

Szczepy wyosobnione przy pomocy agaru skrobjowego i agaru z błonnikiem nie różniły się między sobą. Dalsze doświadczenia nad wyosabnianiem wykazały, że i na agarze z błonnikiem, też można uzyskać szybkie pojawienie się pól przejrzystych, świadczących o rozkładaniu błonnika, jeśli do pożywki dodano nieco wyciągu z ziemi. Fakt ten potwierdza poprzednie obserwacje (Śnieszko, 1929) które też wskazywały na stymulujące działanie wyciągu z ziemi na bakterje rozkładające błonnik.

Przy pomocy powyżej opisanych metod wyosobniono z szeregu próbek szlamu z jeziora Mendota kilkanaście szczepów bakteryj rozkładających błonnik w warunkach tlenowych, które między sobą prawie że się nie różniły. Charakterystyka ich została opracowana na podstawie „Manual of Methods for Pure Culture Study of Bacteria" opracowanego przez specjalną komisję towarzystwa amerykańskich bakterjologów (1923, 1926). Poniżej podane są najważniejsze cechy tych bakteryj:

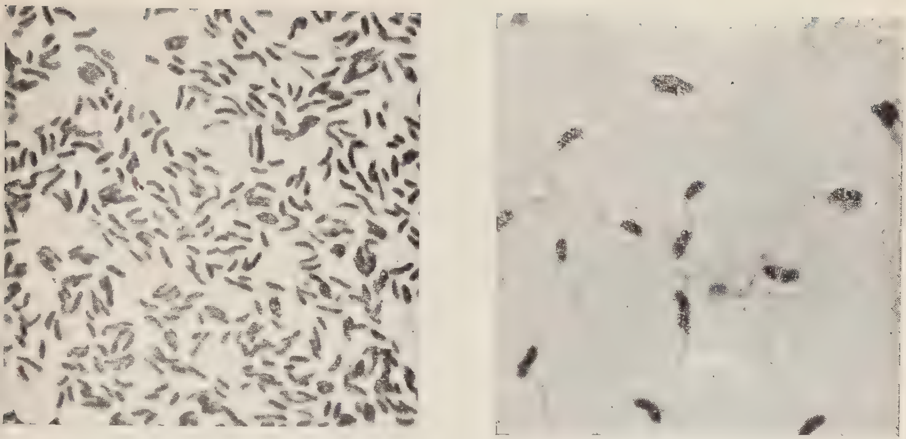
Źródło: Szlam z dna jeziora Mendota w pobliżu miasta Madison w stanie Wisconsin w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Kształt. Przecinkowato zgięte, małe laseczki średniej wielkości 2—3 μ x 0.3—0.5 μ, posiadające jedną witkę biegunową, obdarzone żywym ruchem. Zarodników nie wytwarzają, barwią się metodą Grama ujemnie (ryc. 19 *a* i *b*).

Wzrost na pożywkach.

Buljon zwykły (poż. Nr. IV). Wzrost b. skąpy w postaci jednolitego ledwie dostrzegalnego zmętnienia.

Agar skośny zwykły (poż. Nr. IV z dodatkiem 2% agaru). Dopiero po tygodniu pojawił się wzrost w postaci b. drobnych kolonij koloru żółtawego. Wzrost występował zwykle tylko w pobliżu wody kondenzacyjnej znajdującej się na dnie probówki.



a b

Ryc.-Fig. 19

a) Dwudniowa hodowla na agarze skrobjowym, barwiona fuksyną karbolową. *b*) Dwudniowa hodowla na płynnej pożywce z błonnikiem, rzęski barwione metodą Zettnowa. Powiększenie 2000×.

a) 2 days old culture on starch-agar, stained with carbolfuchsine. *b*) 2 days old culture on liquid cellulose-medium stained by Zettnow method. Magnif. 2000×.

Żelatyna (poż. Nr. IV z dodatkiem $15^{0}/_{0}$ żelatyny). Wzrostu nie zauważono ani na powierzchni ani w głębi pożywki.

Ziemniak. Makroskopowo wzrost nie dający się zauważyć. W preparatach mikroskopowych znajdują się laseczki o znacznie zmienionym kształcie.

Mleko z lakmusem. Po kilku dniach bardzo nieznaczne przesunięcia odczynu ku kwasocie. Żadnych innych zmian nie zauważono do 4-ch tygodni.

Pożywka Nr. III z błonnikiem. Błonnik był dodany pod postacią paska bibuły częściowo wystającego nad powierzchnią płynu. W pożywce takiej w 48 godzin od zaszczepienia ukazywało się jako pierwszy objaw wzrostu, nadżarcie błonnika bezpośrednio nad powierzchnią płynu, które można było poznać po tem, że gdy probówkę wstrząsano, z miejsca tego odrywały się liczne włókienka bibuły, które opadały na dno probówki. W preparatach mikroskopowych można było zauważyć, że włókienka były pokryte w zupełności zgiętemi laseczkami ułożonemi równolegle do długiej osi

włókienka. W kilka dni od zaszczepienia bibuła była już tak przeżarta, że przy delikatnem wstrząsaniu probówką rozpadała się zupełnie, a pasek bibuły wyglądał jakgdyby przecięty nad powierzchnią płynu. Jeśli probówką nie wstrząsano w czasie wzrostu, to po kilku dniach pasek bibuły w miejscu znajdującem się kilka milimetrów nad powierzchnią płynu był pokryty delikatnym, jasno-żółtawym nalotem bakteryjnym. W hodowlach nie wstrząsanych pożywka była zawsze zupełnie przejrzysta, co świadczyło o tem, że bakterje rosły tylko na bibule.

Pożywka mineralna Nr. I A — z wyciągiem z ziemi i dodatkiem jednego z następujących węglowodanów: glukozy, fruktozy, galaktozy, ksylozy, arabinozy, maltozy, laktozy, sacharozy, mannitu i gliceryny. Wszystkie cukry z wyjątkiem fruktozy mogły służyć badanym bakterjom jako źródło węgla w zastępstwie błonnika. Alkohole, mannit i gliceryna nie podtrzymywały wzrostu. W pożywkach z temi cukrami, które były bakterjom dostępne, wzrost pojawiał się przedewszystkiem jako kożuszek na powierzchni pożywki. Zmętnienie pożywki w głębi było naogół nieznaczne.

Hodowle płytkowe.

Agar zwykły (skład jak wyżej). Wzrost nieregularny i bardzo skąpy w postaci drobnych (0.2 — 0.5 mm średnicy) okrągłych, wypukłych kolonij koloru cytrynowo - żółtego.

Agar ze skrobją (pożywka Nr. II). Wzrost szybki i obfity. Kolonje 48 godzinne do 2 mm średnicy, okrągłe, wypukłe, nieprzejrzyste, błyszczące, o jednolitym brzegu. Dookoła kolonij wytworzone były szerokie pierścienie diastatyczne, łatwe do wykazania przez polanie jodem płytek, na których znajdowały się kolonje.

Płytki agarowe z błonnikiem. Agar przygotowany był przeważnie na pożywce Nr. I. A z 20% dodatkiem wyciągu z ziemi. Jak już wspomniano ważnem było, aby koncentracja agaru dodanego celem zestalenia pożywki nie wynosiła więcej niż 1%. Zwykle dodawano 0.8% agaru. Płytki wylewane były zawsze z 2 warstw agaru t. j. dolnej grubszej bez błonnika i górnej cieńszej z błonnikiem. Powody dla których przygotowywano dwuwarstwowe płytki, zostały podane powyżej. Błonnik dodawany w ilości około 1% do pożywki

był przygotowany metodą Scalesa (1915). Na płytkach przygotowanych w ten sposób bakterje nie wytwarzały typowych kolonij, a o wzroście można było przekonać się tylko z rozkładu zawartego w pożywce błonnika. Jeśli materjał został zaszczepiony przez dodanie znacznie rozcieńczonej zawiesiny bakteryj spłukanych z błonnika, to począwszy od trzeciego dnia hodowania w ciepłocie 28° C, zaczynały się pojawiać na płytce okrągłe miejsca, które stawały się przejrzyste dzięki temu, że błonnik w nich uległ rozpuszczeniu. Typowe kolonje tak charakterystyczne dla różnych gatunków bakteryj nie pojawiały się na tej pożywce. Bakterje te jednak miały zdolność wytwarzania zwykłych kolonij na innych pożywkach np. agarze ze skrobją i agarze zwykłym bez błonnika. Na pożywce z błonnikiem, która nie zawierała innego źródła energji prócz błonnika, nie wytwarzały się zupełnie typowe kolonje, a i błonnik nie był rozkładany, jeśli koncentracja agaru wynosiła więcej niż 1%. Jeśli koncentracja agaru była właściwą (0.8%) to przejrzyste, okrągłe przestrzenie pojawiające się w miejscu wzrostu bakteryj powiększały się szybko tak, że po 7—10 dniach od chwili wysiania, pożywka na całej płytce stawała się przejrzystą spowodu zupełnego rozpuszczenia zawartego w niej błonnika. Doświadczenia wykazały, że w pożywce zawierającej tylko tyle agaru, ile było koniecznem do zestalenia jej, bakterje mogły się poruszać w miarę jak błonnik ulegał trawieniu i posuwały się dalej do miejsc, w których błonnik był jeszcze nierozłożony. Jeśli liczono ilość zdolnych do rozwoju bakteryj okazywało się, że na obwodzie przejrzystych przestrzeni t. z. tam, gdzie trawienie błonnika odbywało się najenergiczniej, było ich najwięcej. (Ryc. 20). Preparaty mikroskopowe, wykonane z agaru z błonnikiem pobranego z obwodowej części przejrzystych przestrzeni, wykazywały wielką ilość bakteryj, które ściśle przylegały do włókienek błonnika i podobnie jak w pożywce płynnej, ułożone były równolegle do ich długiej osi. Też jeśli płytki, na których znajdowały się liczne przestrzenie, w których błonnik uległ strawieniu, polano jakimkolwiek odczynnikiem, ścinającym białko, to brzegi tych przestrzeni nabierały białawo-szarawego koloru, spowodowanego strąceniem się białka znajdującego się w komórkach bakteryjnych, jak też i syntetycznego (t. zw. substancji komórkowej, Simola, 1931 b), wytwarzanego przez bakterje podczas rozkładu błonnika.



Ryc.-Fig. 20.

Czterodniowa hodowla na agarze z dodatkiem błonnika. Makroskopowo nie widać wzrostu bakteryj, lecz tylko o ich działalności świadczącą przestrzeń w kształcie krzyża wywołaną przez rozpuszczenie błonnika zawartego w agarze.

Four day old culture on cellulose-agar medium. Colonies are not formed but the cellulose is completely dissolved along the cross-like lines of inoculation.

Prawdopodobnie bakterje rozkładające błonnik w przyrodzie tylko w wyjątkowych wypadkach, t. zn. wtedy, jeśli ciała ich ulegają rozpadowi, wydzielają na zewnątrz zaczyny trawiące. Natomiast w warunkach normalnych trawienie błonnika odbywa się tylko wtedy, jeśli bakterje mają możność bezpośredniej styczności z włókienkami błonnika. Tem też możnaby wyjaśnić, że badane bakterje nie mogły błonnika rozkładać, jeśli koncentracja agaru była tak wielką, że uniemożliwiała im poruszanie się w pożywce i podążanie za błonnikiem w miarę, jak ulegał rozpuszczeniu. Podobne właściwości zauważono też u bakteryj rozkładających błonnik w warunkach termofilnych, gdzie tak długo nie można było uzyskać rozkładu błonnika na pożywce stalej, jak długo nie obni-

żono stężenia agaru poniżej 1%, (Tetrault, 1930; Śnieszko, 1933; Śnieszko i Kimball, 1933).

Własności biochemiczne.

Z własności biochemicznych uwzględnianych przy opisywaniu bakteryj nadmienić wypada, że badane szczepy nie wytwarzały indolu ani amoniaku i nie redukowały azotanów. Z dodawanych do pożywek węglowodanów innych niż błonnik, badane bakterje rozkładały z wytwarzaniem śladu kwasów glukozę, galaktozę, ksylozę, arabinozę, maltozę, laktozę, sacharozę i skrobję, a nie rozkładały zupełnie fruktozy, mannitu i gliceryny. Jeśli do pożywki z wymienionemi węglowodanami dodano błonnika, to nie ulegał on rozkładowi, jeśli który z wymienionych węglowodanów był fermentowany. Błonnik dodany do pożywek zawierających dodatek fruktozy, mannitu lub gliceryny był rozkładany jak zwykle. Szczegóły dotyczące fermentacji węglowodanów zostaną poniżej rozpatrzone obszerniej.

Ilościowe doświadczenia nad rozkładaniem błonnika.

Pierwszą serję doświadczeń przeprowadzono w zwykłych kolbach Erlenmeyera pojemności 1 litra. Do kolb rozlano po 150 cm^3 pożywki Nr. III (z wyciągiem z ziemi) i dodano błonnika pod postacią chemicznie czystej bibuły do sączenia, porozrywanej na strzępy i umieszczonej na perełkach szklanych, aby w dużej mierze wystawały ponad powierzchnię płynu, co było wskazanem dlatego, aby powiększyć powierzchnię zetknięcia z powietrzem. Do pożywki dodano niewielkich ilości osobno wyjałowionego węglanu wapnia i zaszczepiono przy pomocy kilku centymetrów sześciennych trzydniowej hodowli na pożywce z błonnikiem. Celem spłukania bakteryj z bibuły i równomiernego ich rozmieszczenia, próbówkę silnie wstrząsano przed pobraniem z niej materjału. Hodowano w temperaturze 28° C przez 24 dni. Już po kilku dniach bibułka w kolbach szczepionych rozpadała się łatwiej przy wstrząsaniu niż w kontroli. Pozatem nie zauważono żadnych innych zewnętrznych objawów rozkładu błonnika.

Po ukończeniu doświadczenia przesączono hodowlę przez tarowane sączki Goocha, przemyto gorącym rozcieńczonym kwasem chlorowodorowym, wodorotlenkiem sodowym i wodą destylowaną i doprowadzono do stałej wagi w suszarce w temperaturze 100° C. Wyniki zebrane są w tablicy Nr. 1.

TABLICA — TABLE I.

Pierwsza serja doświadczeń nad ilością rozłożonego błonnika
First series of experiments on the quantity of cellulose decomposed

Nr. dośw. Exp. No.	Ilość pożywki Quantity of medium	Do pożywki dodano Medium contained		Czas trwania doświadczeń Period of incubation	Ilość błonnika rozłożonego Cellulose decomposed	
		błonnika cellulose	$CaCO_3$			
	ccm.	gm.	gm.	dni — days	gm.	%
124	150	0,40	0,5	24	0,15	37,5
125	150	0,68	0,8	"	0,17	25,4
126	150	1,36	1,5	"	0,31	22,0
127	150	0,40	0,5	"	nie oznaczono not determined	
128	150	0,68	0,8	"	0,21	31,0
129	150	1,36	1,5	"	0,20	14,6
130	150	0,40	0,5	"	0,15	37,5
131	150	0,68	0,8	"	0,17	26,1
132	150	1,36	1,5	"	0,22	16,1
W 32	150	0,68	0,8	"	0,19	27,9
W 33	150	1,36	1,5	"	0,11	8,0

Drugą serję doświadczeń wykonano w ten sam sposób z tą różnicą, że pożywkę i błonnik umieszczono w 3 litrowych kolbach fermentacyjnych o dnie bardzo wielkiem tak, że pożywka stykała się z powietrzem na znacznej powierzchni. W każdej kolbie znajdowało się 250 cm^3 pożywki i 1 — 1,5 grama błonnika. Czas hodowania wynosił 21 dni. Ilość rozłożonego błonnika oznaczono w ten sam sposób jak poprzednio, z tą różnicą, że przesącz po przepłukaniu osadu na sączku gorącą wodą destylowaną, odstawiono do dalszych oznaczeń i dopiero potem osad pozostały na sączku przepłukiwano kwasem, ługiem i jeszcze raz wodą. Przesącz uzupełniano wodą destylowaną do stałej objętości i dzielono na kilka części, które służyły do ilościowego oznaczania produktów rozkładu błonnika w niem się znajdujących. W przesączu oznaczono ilość kwasów lotnych przez destylowanie próbki zada-

nej kwasem siarkowym, przy pomocy pary wodnej i mianowano destylat wodorotlenkiem barowym. Kwasy nielotne wyciągano przy pomocy eteru siarkowego lub izopropylowego. Alkohol oznaczano w ten sposób, że próbkę przesączu alkalizowano, alkohol oddestylowywano i utleniano przy pomocy mieszaniny dwuchromianu potasowego i kwasu siarkowego. Powstałe przy tem kwasy oddestylowywano przy pomocy strumienia pary wodnej i mianowano wodorotlenkiem barowym. Kwasy lotne obliczano jako kwas octowy, a nielotne jako kwas mleczny. Wyniki podane są w tablicy Nr. II. Doświadczenia Nr. 185 i 186 wykonano w ten sposób, że pożywkę zaszczepiono mieszaniną bakteryj rozkładających błonnik i *B.coli*, celem przekonania się, czy taka hodowla mieszana będzie miała wpływ na ilość błonnika rozłożonego, oraz jakość i stosunek produktów rozkładu. Okazało się jednak, że obecność *B.coli* w hodowli nie wywarła żadnego zdecydowanego wpływu.

W doświadczeniach Nr. 353, 354 i 355 ilość błonnika dodanego do pożywki była znacznie większa niż poprzednio. Do kolb o pojemności trzech litrów o płaskiem dnie dodano 500 cm^3 pożywki i 10 gr. błonnika. W czasie trwania doświadczenia dwukrotnie dodano po 100 cm^3 świeżej pożywki. Czas trwania doświadczenia wynosił trzy tygodnie. Po ukończeniu wykonano te same oznaczenia co poprzednio. Wyniki umieszczone są w tablicy Nr. II (nr. 353—355).

Wzrost i zachowanie się bakteryj na pożywkach z węglowodanami.

Jak już wspomniano przy opisywaniu charakterystyki wyosobnionych szczepów, bakterje te nie były ograniczone do błonnika jako jedynego źródła węgla, lecz mogły rozkładać też i inne węglowodany. Celem przeprowadzenia doświadczeń przygotowano większą ilość pożywki Nr. III (poż. mineralna z wyciągiem z ziemi), rozdzielono w dokładnie odmierzonych ilościach do szeregu kolb i wyjałowiono. Osobno przygotowano w wodzie destylowanej 10% roztwory następujących węglowodanów, a mianowicie: fruktozy, galaktozy, ksylozy, arabinozy, maltozy, laktozy, sacharozy, mannitu i gliceryny. Roztwory te wyjałowiono, starając się o ile możności skrócić czas sterylizacji i nie przekroczyć ciepłoty 110° C. Następnie do pożywki dodano jałowo tyle 10% roztworu da-

TABLICA — TABLE II.

Doświadczenia nad ilością rozłożonego błonnika i produktami jego rozkładu

Experiments on the quantity of cellulose decomposed and on the products of decomposition

Nr. dośw. Exp. No.	Ilość pożyw. Quantity of medium	Do pożywki dodano Medium contained		Czas trwania doświadczeń Period of incubation	Ilość błonnika rozłożonego Cellulose decomposed		Ilość oznaczonych produktów powstałych z rozłożonego błonnika The quantity of products determined			
		błonnika cellulose	Ca CO_3				alk. etyl. ethyl alcoh.	Cukru redukcyjnego reducing sugars	Kwasów lotnych obliczonych jako octowy Vol. acid (acetic)	Kwasów nielotnych obliczonych jako mleczny Non vol. acid (lactic)
	ccm.	gm.	gm.	dni—days	gm.	%	gm.	gm.	gm.	gm.
182	250	1,012	1,5	21	0,390	39	0	0	0,11	0,20
183	250	1,014	1,5	„	0,376	37	0	0	0,11	0,20
184	250	1,516	1,5	„	0,520	34,6	0	0	0,15	0,21
185	250	1,009	1,5	„	0,423	42	0	0	0,12	0,11
186	250	1,505	1,5	„	0,440	29,3	0	0	0,12	0,11
353	700	10,572	5,0	„	3,026	28,5	0	0	0,63	0,45
354	700	10,345	5,0	„	3,337	32,3	0	0	0,76	0,45
355	700	10,285	5,0	„	3,826	37,1	0	0	0,96	0,66

nego węglowodanu, aby w pożywce znajdował się dokładnie w ilości $^1/_2{}^0/_0$. Następnie pożywkę rozlano do wyjałowionych próbówek, poczem próbówki trzymano przez 4 dni w ciepłocie 28° C, aby wykluczyć te z nich, w których pojawił się wzrost na skutek zanieczyszczenia powstałego podczas rozlewania pożywek. Do jednej serji pożywek dodano czerwieni bromo-krezolowej w stosunku 1 : 60.000, jako wskaźnika do wykazywania zmian pH, mogących zachodzić w pożywce podczas doświadczenia. Do doświadczenia użyto czterech szczepów i każdym z nich zakażono po 3 probówki z poszczególnemi węglowodanami. Do szczepienia użyto dwu kropli trzydniowej hodowli na pożywce Nr. III z paskiem bibuły, którą silnie wstrząsano bezpośrednio przed pobraniem materjału do szczepienia. Po zaszczepieniu wszystkie probówki umieszczono w cieplarce o ciepłocie +28° C. Czas trwania doświadczenia wynosił dziesięć dni. Już na drugi dzień po szczepieniu we wszystkich probówkach, z wyjątkiem tych, które zawierały fruktozę, mannit i glicerynę, pojawił się wzrost w postaci słabego zmętnienia. Po kilku dniach najsilniejszy wzrost ukazał się przy powierzchni płynu i w tem miejscu występowała też zmiana barwy wskaźnika świadcząca o słabem zakwaszeniu pożywki. W niektórych probówkach bakterje rosły jako kożuszek na powierzchni. Zakwaszenie pożywki nigdy nie było tak znaczne, aby w całej objętości pożywki wskaźnik zmienił barwę. Zmiana barwy utrzymywała się tylko przy powierzchni. Rozmaite szczepy w rozmaitych cukrach wytwarzały różne stopnie zakwaszenia. Na tablicy Nr. III. przedstawione są wyniki.

TABLICA — TABLE III.
Zakwaszenie pożywek z węglowodanami
Acid formation in media containing carbohydrates

Nr. szczepu Strain No	Glukoza Glucose	Fruktoza Fructose	Galaktoza Galactose	Ksyloza Xylose	Arabinoza Arabinose	Maltoza Maltose	Laktoza Lactose	Sacharoza Sucrose	Mannit Mannitol	Gliceryna Glycerol
I	–	brak wzrostu – no growth	+ –	+ +	–	+	+ + +	+	– brak wzrostu no growth	– brak wzrostu no growth
II	–	?	+	+ +	+ –	+ +	+ +	+ +	–	–
III	–	–	+	+	+ +	+ + +	+	+	–	–
IV	–	–	+ +	+ + +	+ +	+ +	+ + +	+	–	–

Największa liczba krzyżyków wskazuje najsilniejsze zakwaszenie, pozioma kreska brak zakwaszenia.

Równocześnie z tem doświadczeniem wykonano inne, polegające na tem, że te same pożywki z dodatkiem czerwieni bromo-krezolowej rozlano do rurek w kształcie litery „U", których jedno ramię było zatopione. Poziom płynu w obu ramionach był jednakowy z tem, że w ramieniu zamkniętem pozostawiono słup powietrza wysoki około 30 mm. Przed zaszczepieniem dokładnie zaznaczono na każdej rurce wysokość słupa powietrza. W kilka dni po zaszczepieniu do otwartego ramienia „U" rurki, bakterje zawędrowały też i do ramienia zamkniętego. W obu ramionach rurki tuż przy powierzchni płynu wzrost był najsilniejszy i w tychże miejscach wskaźnik wykazywał słabe zakwaszenie pożywki. W zamkniętych ramionach „U" rurek wysokość słupa powietrza zmniejszyła się o kilka milimetrów. Pomiary wykonywano w stałej temperaturze i uwzględniano zmiany ciśnienia atmosferycznego. W żadnej rurce wysokość słupa powietrza nie zwiększyła się. Wskazywało to na to, że bakterje musiały zużyć tlen znajdujący się w zamkniętej części rurki, nie wytwarzając żadnego gazu, któryby ten ubytek uzupełniał. Ma się rozumieć, że podczas wzrostu musiał być wytwarzany bezwodnik kwasu węglowego, lecz w tak niewielkiej ilości, że ulegał rozpuszczeniu w pożywce. W każdym razie to dość prymitywnemi środkami wykonane doświadczenie wskazywało, że proces oddechania tych bakteryj ma charakter wybitnie tlenowy. Procentowe zmniejszenie się ilości gazu wahało się w granicach 5 — 15%. W pożywkach zawierających fruktozę, mannit i glicerynę zmian nie zauważono. W zamkniętych ramionach „U" rurek, w których część powietrza została zużyta, zauważono przy powierzchni pożywki słabe zmiany koloru wskaźnika świadczące o zakwaszeniu.

Ponieważ w wyżej przedstawionych doświadczeniach okazało się, że ilości wytworzonych przez te bakterje kwasów są tak niewielkie, że wywołują ledwie dostrzegalne zmiany w pH podłoża, a z drugiej strony wzrost bakteryj na niektórych cukrach był bardzo bujny, przypuszczano, że znaczna ilość cukrów dodanych do pożywki jest spalaną bezpośrednio na bezwodnik kwasu węglowego i wodę. Dlatego też w jednej ze seryj pożywek z cukrami oznaczono po dziesięciu dniach hodowania ilość cukrów rozłożonych. Przy ilościowem oznaczaniu cukrów posługiwano się mikrometodą podaną przez Stilesa, Petersona i Freda (1926). Na tablicy Nr. IV. podane są procentowo ilości cukrów rozłożonych.

TABLICA — TABLE IV.

Ilość rozłożonych węglowodanów po 10-ciu dniach. Pożywka zawierała na początku doświadczenia 0,5% węglowodanów. Podane są procenty rozłożonych węglowodanów

The percentage of carbohydrates decomposed during 10 days of incubation. At the beginning the medium contained 0,5% carbohydrates

Nr. szczepu Strain No	Glukoza Glucose	Fruktoza Fructose	Galaktoza Galactose	Ksyloza Xylose	Arabinoza Arabinose	Maltoza Maltose	Laktoza Lactose	Sacharoza Sucrose	Mannit Mannitol	Gliceryna Glycerol
I	29,6	6,5	29,6	24,0	18,5	18,5	11,4	10,5	Nie oznaczono z powodu braku wzrostu Not determined because of lack of growth	
II	34,5	0,2	29,4	30,0	31,7	22,5	24,0	12,4		
III	28,6	0,5	36,5	18,6	32,0	24,0	29,2	9,8		
IV	33,7	0,4	41,0	33,0	22.4	19,0	17,5	11,3		

Wpływ stężenia jonów wodorowych w pożywce na rozkład błonnika.

Pożywkę Nr. III rozlano do szeregu kolb i kolometrycznie nastawiano pH przy pomocy ługu sodowego względnie kwasu chlorowodorowego tak długo, aż ustały wszelkie wahania pH. Po każdem nastawianiu pożywkę wyjałowiono. Po ostatecznem nastawieniu rozlano pożywkę do wyjałowionych probówek zawierających paski bibuły, które były tak długie, że częściowo wystawały ponad powierzchnię płynu. Po dodatkowem jeszcze wyjałowieniu, w każdej probówce oznaczono reakcję i według tego oznaczenia rozdzielono probówki na serje o następującem pH: 4.4, 5.0, 5.5, 6.2, 6.5, 7.0, 7.4, 8.0, 8.5 i 9.0. Usunięto wszystkie probówki, gdzie pH nie zgadzało się z jednem z powyżej wymienionych. Odpowiednie serje probówek zaszczepiono czterema szczepami badanych bakteryj. Rozkład błonnika na granicy płynu wystąpił najszybciej, bo już po 48 godzinach w pożywkach o pH początkowem 7.0—8.0, a więc to stężenie jonów wodorowych należy uważać za optymalne. W pożywkach o pH 9.0 rozkład błonnika wystąpił dopiero po ośmiu dniach, a więc gdy pożywka uległa już pewnemu zakwaszeniu z powodu adsorbcji bezwodnika węglowego z powietrza. W pożywkach o począt-

kowem pH od 4.4 — 6.2, rozkład błonnika nie wystąpił nawet po dwu tygodniach. Po ukończeniu doświadczenia t. j. po czternastu dniach w każdej probówce zbadano pH. Szczególny nacisk kładziono na dokładne zbadanie pH w pożywkach kontrolnych, które nie były szczepione i w znacznej liczbie pozostawały w takich samych warunkach. Wyniki podane są w tablicy Nr. V. Krzyżyki oznaczają, że w pożywkach o danym pH nastąpił rozkład błonnika.

Autoliza.

Jak już zaznaczono, z pożywek nie zawierających błonnika, bakterje te rosły najlepiej na agarze zawierającym roztwór soli mineralnych i $1^0/_0$ skrobji. Na pożywce tej bakterje tworzyły kolonje okrągłe, wypukłe o gładkich brzegach. Kolonje były nieprzejrzyste i posiadały zabarwienie koloru cytrynowego. Dookoła kolonij skrobja była szybko hydrolizowaną, o czem łatwo było się przekonać, polewając płytkę roztworem jodu. Na pożywce tej występowało zjawisko autolizy, które miało łudzące podobieństwo do bakterjofagji. Zwykle po 3 — 4 dniach od wysiania i to szczególnie jeśli na powierzchni agaru kolonje rozmieszczone były gęsto, w jednym lub rzadziej kilku miejscach równocześnie, kolonje z matowych stawały się przejrzyste i bezbarwne. Na większych kolonjach można było zauważyć nawet gołem okiem, że najpierw jedna część kolonji ulegała temu losowi. Proces ten posuwał się tak szybko, że po kilkunastu minutach cała kolonja była zmieniona, a w kilka lub kilkanaście godzin później wszystkie kolonje na płytce były już autolizowane. Proces ten posuwał się koncentrycznie od miejsca, gdzie się najpierw ukazał i tem szybciej obejmował całą płytkę, im gęściej były rozmieszczone kolonje. Lecz nawet gdy pomiędzy kolonjami był odstęp kilku milimetrów, to czynniki wywołujące go przedostawały się przez pożywkę i powodowały autolizę u najbliższych kolonij. Początkowo wydawało się, że jest to bakterjofagja, lecz bardzo licznie przeprowadzone doświadczenia polegające na tem, że przy pomocy filtratów z hodowli autolizowanych usiłowano wywołać podobne zjawisko, dały wynik ujemny. Proces ten występował bowiem równie często wtedy, gdy zakażano hodowlę przesączem, jak i wtedy gdy tego nie robiono. Doświadczenia utrudniał fakt, że w pożywkach płynnych badane bakterje rosły skąpo tak, że pra-

TABLICA — TABLE V.

Wpływ stężenia jonów wodorowych na rozkład błonnika i wywołane przytem zmiany w pH podłoża

The Effect of the initial pH of medium on the decomposition of cellulose and the changes in pH caused by the decomposition

	Nr. szczepu Strain No.	Początkowe pH pożywki — Initial pH of the medium									
		4,4	5,0	5,5	6,2	6,5	7,0	7,4	8,0	8,5	9,0
Końcowe pH podłoża po 10 dniach hodowania w temperaturze + 28° C. Final pH after 10 days incubation + 28° C.	I	4,3	5,0	5,5	6,1	6,4 +	6,7 +	7,1 +	7,3 +	7,7 +	7,8 +
	II	4,3	5,0	5,5	6,1	6,3 +	6,8 +	7,1 +	7,4 +	7,7 +	7,9 +
	III	4,3	5,0	5,5	6,1	6,3 +	6,8 +	7,1 +	7,3 +	7,7 +	7,9 +
	IV	4,3	5,0	5,5	6,1	6,3 +	6,7 +	7,2 +	7,3 +	7,7 +	7,9 +
	Kontrole nie szczepione Non — inoculated controls	4,3	5,0	5,5	6,1	6,4 6,5	6,9	7,2 7,3	7,7 7,8	7,9 8,0	8,2 8,3

wie niemożliwem było zauważyć ewentualnego przejaśnienia się hodowli i dlatego doświadczenia z konieczności musiano ograniczyć do agaru skrobjowego. Bakterje, które uległy autolizie, traciły zdolność dalszego rozmnażania się. Jeśli wykonano posiewy z części kolonji, która nie uległa jeszcze autolizie otrzymywano wzrost normalny. Jeśli natomiast przeszczepiano z tej części, która już uległa rozpadowi, wzrost pojawiał się nie zawsze i tylko jeśli przeszczepiono dużą ilość materjału. W preparatach mikroskopowych z nieautolizowanych kolonij bakterje barwiły się łatwo i regularnie, a z kolonij autolizowanych prawie że nie barwiły się zupełnie i nie posiadały określonego kształtu.

Gdy nadmieniłem przy okazji D-rowi Dubosowi z Instytutu Rockefellera (współautorowi prac nad enzymatycznem rozpuszczaniem otoczek węglowodanowych pneumokoków) o spontanicznej autolizie bakteryj w pracy tej opisanych, zażądał aby mu te bakterje przesłać. Niestety hodowle w międzyczasie zginęły, tak że doradziłem mu, aby spróbował powtórnej izolacji z mułu pochodzącego z dna jeziora Mendota. Jak w liście z dnia 1.VI. 1932 Dr. Dubos doniósł, udało mu się ze szlamu wyosobnić bakterje podobne do opisanych powyżej, których autolizat rozpuszczał otoczkę pneumokoków typu II.

Wpływ czynników redukujących i utleniających na rozkład błonnika i wzrost bakteryj.

Na zakończenie zostaną jeszcze przedstawione wyniki doświadczeń przeprowadzonych nad wpływem redukujących względnie utleniających substancyj, na wzrost opisanych bakteryj i na rozkład błonnika. Przy wykonaniu tych doświadczeń wzorowano się na technice podanej przez Allyna i Baldwina (1930).

Próby przeprowadzono w pożywkach płynnych i stałych. Jako substancyj utleniających użyto nadmanganianu potasowego oraz nadtlenku wodoru, a jako redukujących kwasu thioglikowego i cysteiny. Substancje utleniające mogły być użyte bez poprzedniego zobojętnienia, zaś kwas thioglikowy i cysteina musiały być uprzednio zobojętnione, aby uniknąć zmian pH podłoża, które to zmiany mogłyby wpłynąć ujemnie na właściwą ocenę wyniku doświadczeń.

Do pożywek płynnych (poż. Nr. III.) w probówkach z paskiem bibuły dodawano różne rozcieńczenia tak substancyj utleniających jak i redukujących i obserwowano ich wpływ na szybkość i sposób wystąpienia rozkładu błonnika. Dodatek substancyj utleniających nie wywierał w pożywkach płynnych większych zmian w rozkładzie błonnika. Dodatek zaś substancyj redukujących znacznie opóźnił rozkład błonnika, a linja najsilniejszego wzrostu bakteryj znajdująca się normalnie tuż nad powierzchnią płynu przesunęła się o 1 — $1^1/_2$ cm. wyżej.

Podobne doświadczenia wykonano też na pożywkach stałych. Przygotowano kilka porcyj 2% agaru z pożywką Nr. III i do każdej porcji dodano jednej z wyżej wymienionych substancyj utleniających względnie redukujących w takiej ilości, że ostateczne rozcieńczenie w agarze wynosiło 1 : 1000. Kwas thioglikolowy i cysteina zostały uprzednio zobojętnione. Próbki tych pożywek zawierających te substancje wylano na płytki, które studzono sztucznie, aby przyśpieszyć krzepnięcie agaru. Gdy tylko agar się zestalił, powycinano z niego kwadraciki o boku około dwóch centymetrów i umieszczono po jednym z nich w jałowych płytkach Petriego. Do płytek tych następnie wlano tyle dwuprocentowego agaru przygotowanego z pożywką Nr. III. że poziom jego był równy z powierzchnią kwadracików umieszczonych poprzednio na płytkach. Gdy agar się zestalił wysuszono wodę kondenzacyjną i na płytki wylano pożywkę zawierającą tylko 0.8% agaru i około 1% błonnika strąconego metodą Scalesa. Do pożywki tej ostudzonej do 45° C dodano uprzednio trzechdniowej hodowli badanych bakteryj, hodowanych na pożywce Nr. III z paskiem bibuły. Następnie pożywkę tę wylano na płytki, w których znajdowała się już zestalona dolna warstwa agaru z zatopionemi w nim blokami zawierającemi dodatek substancyj redukujących względnie utleniających. Gdy i wierzchnia warstwa zaszczepionego agaru zawierającego błonnik też się zupełnie zestaliła, płytki umieszczono w cieplarce w temperaturze + 28° C.

Już po trzech dniach pobytu w cieplarce na płytkach ukazały się liczne małe przejrzyste przestrzenie świadczące o zaczynającym się rozkładzie błonnika. Na płytkach zawierających bloki agarowe z dodatkiem substancyj utleniających zauważono stosunkowo nieznaczne przyśpieszenie rozkładu

błonnika i pojawienie się w pobliżu bloków nieco liczniejszych i większych pól, w których błonnik był rozkładany. Natomiast substancje redukujące wywierały wpływ zdecowanie niekorzystny. W promieniu 1—2 cm od zatopionych bloków, rozkład błonnika i wzrost bakteryj były zupełnie zahamowane i dopiero w nieco większej od nich odległości, można było zauważyć pojawienie się przejrzystych okrągłych pól, zwiększających się w miarę jak błonnik ulegał rozkładowi.

STRESZCZENIE.

Podczas doświadczeń, które przeprowadzano nad procesami rozkładowemi odbywającemi się w mule jeziora Mendota pod miastem Madison w Stanie Wisconsin w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, udało się wyosobnić z powyżej wymienionego szlamu kilka szczepów przecinkowców, które w czystej hodowli dały się łatwo hodować na zwykłych podłożach bakterjologicznych i rozkładały błonnik dość energicznie. Z całego szeregu pożywek nadawały się do wyosobnienia tylko pożywki agarowe, zawierające sole mineralne i skrobję lub zawiesinę błonnika. Na innych pożywkach bakterje towarzyszące przerastały bakterje rozkładające błonnik, uniemożliwiając temsamem ich wyosobnienie.

Ze szczególnych własności posiadanych przez te bakterje wymienione zostaną tylko następujące:

1) Bakterje te rosły i rozkładały błonnik w warunkach ściśle tlenowych. Dodatek czynników utleniających do pożywki przyśpieszał rozkład błonnika.

2) Na pożywkach agarowych z dodatkiem zawiesiny błonnika rozkładały go one, jeśli koncentracja agaru wynosiła mniej niż 1%, (optimum 0.7 do 0.8% agaru), ponieważ w tych warunkach pożywka utrzymywała się jeszcze w stanie stałym, a była dość rzadka, aby bakterje mogły się w niej poruszać. To jest ważnem z tego względu, że bakterje te na pożywce mineralnej zawierającej błonnik nie tworzyły typowych kolonij, lecz wędrowały w pożywce w miarę rozkładania błonnika, tak że jedynym makroskopowym dowodem ich istnienia było pojawianie się przejrzystych przestrzeni, w których błonnik uległ zupełnemu rozkładowi.

3) Na pożywce zawierającej sole mineralne i skrobję, bakterje te tworzyły małe guziczkowe kolonje, koloru żółta-

wego, dość szybko się rozwijające. Gdy na płytce znajdowały się gęsto rozmieszczone kolonje, to zwykle w jednym lub naraz kilku punktach występowała autoliza, która w przeciągu kilku lub kilkunastu godzin rozprzestrzeniała się po całej płytce. Bakterje rozpadały się, tracąc zdolność barwienia, kolonje z matowych stawały się przejrzyste, a przeszczepianie z nich na świeże pożywki zwykle nie dawało wzrostu. Dokładne badania wykazały, że miało się tu do czynienia nie z bakterjofagją lecz autolizą. Na innych pożywkach stałych nie udało się zauważyć autolizy z tego powodu, że wzrost był bardzo skąpy.

4) Poza błonnikiem dodawano do pożywki następujących substancyj, z których rozkładane były: sacharoza, glukoza, ksyloza, galaktoza, maltoza, laktoza i arabinoza. Nie rozkładane były: fruktoza, mannit i gliceryna. Jeśli do pożywki mineralnej zawierającej błonnik dodano wyżej wymienionych substancyj, to jeśli substancje te były rozkładane przez przecinkowce, to błonnik pozostawał nienaruszony. Jeśli zaś nie były rozkładane jak to miało miejsce z fruktozą, mannitem i gliceryną, to błonnik był w ich obecności rozkładany.

5) Badania ilościowe wykazały, że przecinkowce rozkładały w warunkach optymalnych około 40% błonnika, dodanego do pożywki. W produktach rozkładu znaleziono małe ilości kwasów lotnych t. j. octowego i masłowego i ślady kwasów nielotnych, najprawdopodobniej mlecznego.

PIŚMIENNICTWO - BIBLIOGRAPHY.

Allgeier, R. J., Peterson, W. H., Juday, C. i Birge, E. A. (1932): Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, **26**, s. 444—461.

Allyn, W. P. i Baldwin, I. L. (1930): Journ. Bact. **20**. s. 417—438.

Bergey, (1925): Manual of Determinative Bacteriology. First Edition. Baltimore. U. S. A.

Bojanowski, R. (1925): Zentr. Bakt. II. **64**. s. 222—223.

Bokor, B. (1930): Archiv f. Mikrobiologie. **1**. s. 1—34.

Bradley, L. A. i Rettger, L. E. (1927): Journ. Bact. **13**. s. 321—345.

Dubos, R. J. (1928): Journ. Bact. **15**. s. 223—234.

Gescher, N. (1922): Faserforschung. **2**. s. 28—40.

Gray, P. H. i Chalmers, C. H. (1924): Annals of Applied Biology **11**. s. 324—388.

Hutchinson, H. B. i Clayton, J. (1919): Journ. Agric. Sci. **9**. s. 143—172.

Issaczenko, B. L. (1921): Bull. Rus. Hydraulical Inst. **1**. s. 164—173. Referaty w: Chem. Abstr. **18**. s. 2731. (1924) i Abstr. Bacteriology **8**. s. 77. (1924).

Iterson, C. jr. van. (1904): Zentr. Bakt. II. **11**. s. 689—698.

Judowicz, Z. (1932): Med. Dośw. i Społ. **15**. s. 64—83.

Kalninŝ, A. (1930): Acta Universitatis Latviensis. I. **11**. s. 221—312.

Kellerman, K. F. i Mc. Beth, I. G. (1912): Zentr. Bakt. II. **34**. s. 485—494.

Kellerman, K. F., Mc. Beth, I. G., Scales, F. M. i Smith, N. R. (1913) Zentr. Bakt. II. **39**. s. 502—522.

Krzemieniewska H. (1930): Acta Soc. Bot. Poloniae, **7**. s. 507—519.

„ „ (1933): Roczniki Nauk Roln. i Leśn. **30**. s. 1—24.

Löhnis, F. i Lochhead, A. G. (1913): Zentr. Bakt. II. **37**. s. 490—492.

Manual of Methods for Pure Culture Study of Bacteria, Edited by the Committee on Bacteriological Technik of the Society of American Bacteriologists. Geneva, N. Y. (1923, 1926).

Merker, E. (1911): Zentr. Bakt. II. **31**. s. 578—590.

Omeliański, W. (1913): Zentr. Bakt. II. **36**. s. 472—473.

Pringsheim, H. (1909): Zentr. Bakt. II. **23**. s. 300.

„ „ (1910): „ „ II. **26**. s. 221.

„ „ (1912): Zeitschr. f. physiol. Chem. **78**. s. 266—291.

„ „ (1913): Zentr. Bakt. II. **37**. s. 111.

„ „ (1923): Die Polysaccharide. 2. Aufl. Berlin.

Rippel, A. i Flehming, T. (1933): Archiv f. Mikrobiol. **4**. s. 229—236.

Rullmann, W. (1898): Zentr. Bakt. I. **24**. s. 465.

Scales, F. M. (1915): Zentr. Bakt. II. **44**. s. 661—663.

Schroeder (1919): Cytowane według Simoli w Ann. Acad. Sc. Fenn. S. A. **34**. No. 1. s. 1—91, 1931.

Simola, P. E. (1931 a): Ann. Acad. Sc. Fenn. S. A. **34**. No. 1. s. 1—91.

Simola, P. E. (1931 b): tamże. No. 6. s. 1—115.

Skinner, C. F. (1929): Zentr. Bakt. II. **78**. s. 508—512.

Śnieszko, S. (1929): Zentr. Bakt. II. **78**. s. 375—380.

„ „ (1933): „ „ „ **88**. s. 403—409.

„ „ i Kimball, N. (1933): Zentr. Bakt. II. **88**. s. 393—403.

Stiles, H. R., Peterson, W. H. i Fred, E. B. (1926): Journ. Bact. **12**. s. 427—439.

Tetrault, P. A. (1930): Zentr. Bakt. II. **81**. s. 28—45.

Thaysen, A. C. i Bunker, H. J. (1927): The Microbiology of Cellulose, Hemicelluloses, Pectin and Gums. London.

Viljoen, J. W., Fred, E. B. i Peterson, W. H. (1926): Journ. Agricult. Sci. **16**. s. 1—17.

Waksman, S. A. (1927): Principles of Soil Microbiology. First Edition.

Waksman, S. A. i Heukelekian, H. (1924): Referat w Zentr. Bakt. II. **69**. s. 267.

Winogradzki, S. (1927): Compt. Rend. Acad. Sci. **184**. s. 493—497.
„ „ (1928): „ „ „ „ **187**. s. 326—330.
„ „ (1929): Ann. Inst. Pasteur. **43**. s. 549—633.
„ „ (1932): Bull. Inst. Past. **30**. 369—379.

SUMMARY.

In the course of studies on the processes of the decomposition of organic substances which is taking place in the slime at the bottom of Lake Mendota, located near the city of Madison, Wis. in the United States of North America, several strains of vibrio shaped cellulose decomposing bacteria were isolated from the above mentioned slime. Those bacteria could be cultivated on a number of the ordinary bacteriological media, but for the purpose of isolation only solid media containing agar, mineral salts solution, and, as sources of energy, starch or cellulose could be applied. On other media contaminating forms overgrew the cellulose bacteria.

Of the properties characteristic to these bacteria only the following need be mentioned:

1) The bacteria grew and decomposed the cellulose in strictly aerobic conditions. The addition of oxidizing substances stimulated the decomposition of cellulose, and the addition of reducing substances restrained their growth and the process of the decomposition of cellulose.

2) On the agar media with finely divided cellulose the cellulose was not decomposed when the medium contained more than 1 — 1,5 per cent of agar. On such cellulose agar the bacteria never formed typical bacterial colonies, but grew on the cellulose fibres and moved in the medium following fibres which were not yet decomposed. Therefore the only macroscopic proof of their presence in the medium was the round and transparent spots which appeared on the plate as a result of the digestion of the cellulose in the medium. Therefore if the concentration of the agar in the medium was too high (optimum: 0,7 — 0,8 per cent) the bacteria could not follow the cellulose fibres in the medium and the cellulose was not decomposed.

3) On the agar medium containing mineral salts solution and starch, the bacteria grew in form of typical button-

like colonies of yellowish color which developed quite quickly. Quite frequently in one or more colonies autolysis appeared an spread over the whole plate in the course of 10 or more hours. Colonies which were opaque before autolysis became transparent and if transfers were made from such colonies, growth was uncertain. Bacteria taken from autolysed colonies did not stain well and had no definite form. In spite of the great similarity of this phenomenon to bacteriophage, thorough experimentation proved this to be autolysis. On other liquid or solid media it was impossible to observe autolysis because growth was very scant.

4) Besides cellulose the following sugars were decomposed: sucrose, glucose, galactose, maltose, xylose, lactose and arabinose. Fructose, mannitol and glycerol were not decomposed. If any of the above mentioned substances subject to decomposition by these bacteria were added to the medium containing cellulose, the cellulose was not decomposed. If however fructose, mannitol and glycerol were added to the above medium, the cellulose was decomposed as usual.

5) In optimal conditions about 40 per cent of the cellulose present in the medium was found to be decomposed. Among the products of decomposition small quantities of volatile acids were found, i. e. acetic and butyric, as well as traces of some nonvolatile acid, most probably lactic.

Z. GOŁASZEWSKA

z Zakładu Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

(*wpłynęło 12.I.1934*)

ROZWÓJ PYŁKU ORAZ ANALIZA GARNITURU CHROMOZOMÓW U *ASPIDISTRA ELATIOR*.

(La formation du pollen et le garniture des chromosomes chez *l'Aspidistra elatior*.)

Z pracy K. Schnarf'a (1931) zarówno jak z Tabulae Tischler'a (1931) wynika, że danych embrjologicznych dla przedstawicieli rodzaju *Aspidistra* dotąd nie mamy. Natomiast garnitur i liczbę chromozomów dla „*Aspidistra sp.*" podaje Heitz (1926) „ca. 28 — 32", określając je z komórek tkanki meristematycznej korzonków.

Jak widać liczby te, podane w przybliżeniu, wymagały jeszcze sprawdzenia, a garnitur chromozomów bliższej analizy, choćby dla tak rozpowszechnionego gatunku jak *Aspidistra elatior*.

MATERJAŁ I METODY.

Ograniczona u nas hodowla szklarniowa rzeczonej rośliny utrudniała mi zbieranie materjału w takiej ilości jakiej wymagają badania cytologiczne. Młode pączki kwiatowe w roku 1930/31 dostawałam ze szklarni Ogrodu Botanicznego, ze szklarni firmy „Ulrich" i w mniejszych ilościach od ogrodników i osób prywatnych. Dopiero w 1932 roku trafiłam na większe źródło hodowli tej rośliny w szklarni miejskiej na Rakowcu.

Wszystkim powyższym firmom i osobom składam niniejszem serdeczne podziękowanie za otrzymany materjał.

Kwiaty i pączki znajdowałam w różnych porach roku, ale najlepszy materjał do badań rozwoju pyłku był w pączkach, zbieranych od grudnia do lutego.

Rozwój pyłku zaczyna się u *Aspidistra elatior* bardzo wcześnie, tak że pączki wygrzebane z ziemi już zawierały podziały heterotypowe.

Materjał utrwalałam przeważnie pod pompą próżniową w płynach Flemminga i Nawaschina. Bardzo młode pączki utrwalałam po przecięciu na połowę, ze starszych pylniki odpreparowywałam igiełką. Pomimo stosowania 3% roztworu wody utlenionej, płyn Fleminga dał gorsze rezultaty aniżeli Nawaschin'a, ponieważ kw. osmowy, wyczerniając tłuszcze zaciemniał obrazy.

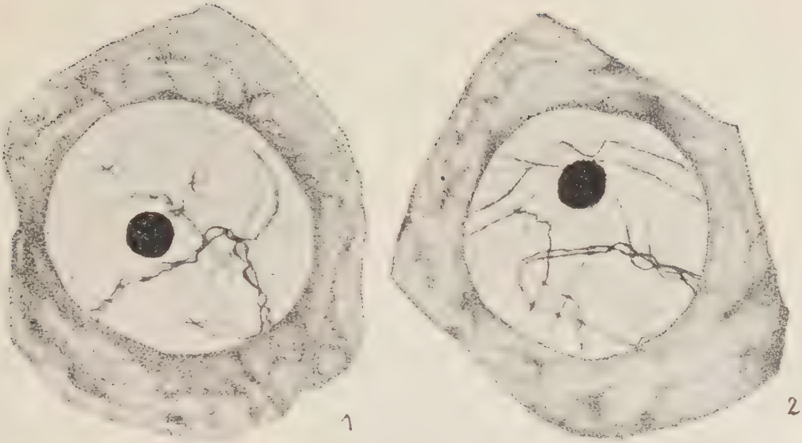
Próbowałam barwić kilkoma metodami, ale najlepsze wyniki na moim materjale otrzymałam po hematoksylinie Heidenhain'a.

Błony podbarwiałam roztworem zieleni jasnej w olejku goździkowym.

Młodsze stadja krajałam grubości 5 μ, bardziej zaawansowane w rozwoju na 7 μ, a nawet 10 μ.

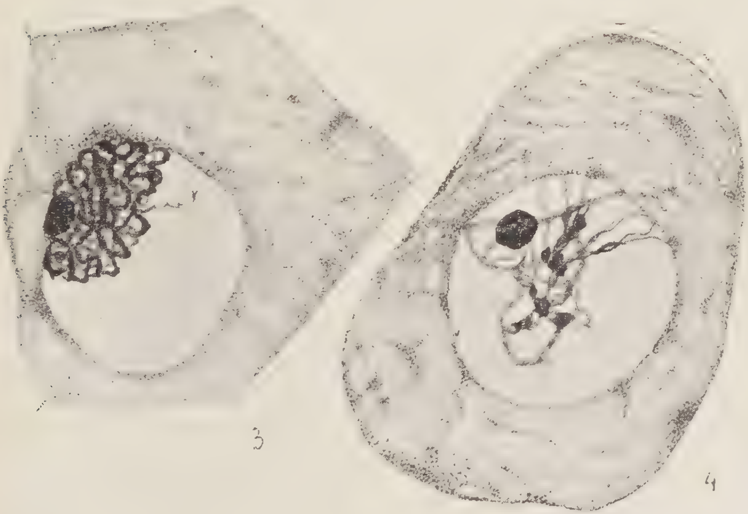
ROZWÓJ PYŁKU.

Dzięki wielkim wymiarom jąder (średnica ± 18 μ) w kom. macierzystych daje się zaobserwować równoległe układanie się parami nici leptotenowych—parasynapsę. W stadjum leptozygotenu (ryc. 21 i 22) widać, że nici łączą się nie równocześnie na całej swej długości; to niecałkowite przyleganie jest jeszcze wyraźne w okresie synizezy na niciach oddalonych od wspólnego kłębka (ryc. 23). Wakuolizacji jąderek nie spotykałam. Nici pachytenowe ułożone w wielkie pętle łukami skierowane są w stronę jąderka, pozostawiając końce swe tuż pod błoną jądrową. Próby policzenia ich w tem stadjum zawiodły jednak, ponieważ nici są jeszcze bardzo długie i poplątane. Kopulacja w pachytenie jest już kompletna. W diplotenie (ryc. 24) pary zaczynają się rozdzielać, odsuwać i zaplatać, przechodząc stopniowo w stadjum strepsitenu. W międzyczasie da się zaobserwować podobne do opisanego u *Gentiana asclepiadea* (Z. Wóycicki, 1932), kurczenie się protoplastów kom



Ryc. 21 i 22. Komórki macierzyste pyłku w stadjum lepto-zygotenu. × 1600.

Fig. 21 i 22. Les cellules mères du pollen au stade de lepto-zygotène. × 1600.



Ryc. 23. Kom. mac. pyłku w stadjum synizezy. × 1550.

Fig. 23. Cellules mère du pollen au stade de synizezis. × 1550.

Ryc. 24. Diploten. × 1600.

Fig. 24. Prophase avancée, diplotène. × 1600.

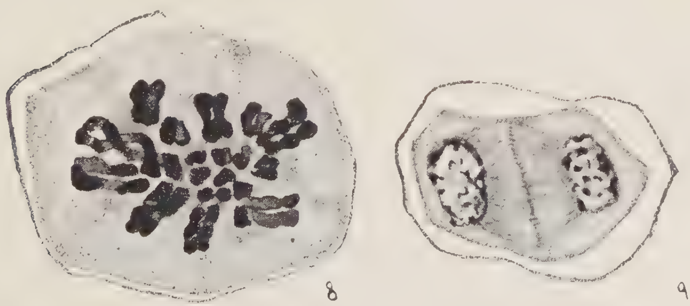
mac. pyłku i występowanie szklistej, kallozowej substancji. W okresie wczesnego strepsitenu chromozomy zaplatają się. W dalszym ciągu swego rozwoju chromozomy małe kurczą się wcześniej niż duże i o wiele prędzej układają się w figury charakteryzujące diakinezę. Duże chromozomy, tracąc wyraźną poprzednio perełkowatość znacznie grubieją. Błona jądrowa stopniowo wiotczeje i ulega pofałdowaniu, anastomozy pomiędzy chromozomami stają się wyraźniejsze i między błoną a protoplastem ukazują się zarysy okapów biegunowych („calottes polaires"). Wreszcie w diakinezie na terytorjum jądra widać 16 gemini. W stadjum „pakietu" chromozomy tworzą stos w centralnej części komórki. Z czterech stref Devisé'go (1922) na moich preparatach tylko 3 oparły się działaniu kw. octowego, (Nawaschin): I — centralna, II — intranuklearna i IV — brzeżna. Trzecia strefa — płaszcz chondriomowy — została prawdopodobnie rozpuszczona. Jako ślad po niej występuje pofałdowanie i zaciemnienie cytoplazmy. W stadjum t. zw. wrzeciona wielobiegunowego (rys. 25) dwa bieguny zaznaczają się odrazu silniej od pozostałych. W trójbiegunowem wrzecionie słabszy powoli zanika (ryc. 26), a tworzące go włókna i chromozomy skierowują się do obu silniejszych. Ostatecznie normalne dwubiegunowe wrzeciono zajmuje środek komórki (ryc. 27). Płytkę metafazową podziału redukcyjnego widać na ryc. 28. Zaznacza się na niej różnica w wielkości komponentów garnituru i odpowiednie ich rozplanowanie. Małe chromozomy zajmują położenie centralne, duże — peryferyczne. Na dużych chromozomach widoczne są szczeliny dyzjunkcyjne. Para największych chromozomów niejednokrotnie zaplata się (por. ryc. 28) i rozkręca dopiero we wczesnej anafazie. Ruch wszystkich chromozomów w anafazie jest równoczesny pomimo złudzenia, że duże opóźniają się. Złudzenie to wynika oczywiście z asymetrji ramion większej części dużych chromozomów. W telofazie chromozomy silnie zbliżają się, skracają i następuje rekonstrukcja jąder pochodnych (ryc. 29). W tym okresie fragmoplast ma już kształt „large et bombé à l'equateur" jak się wyraża Robyns (1926). Co do przebiegu cytokinezy, przy powstawaniu diad, to zgodnie z poglądem Beckera (1932), i u *Aspidistra* widać „odmieszanie się—Entmischung dwu faz: bardziej stałej — brzegów fragmoplastu i bardziej płynnej „ziarn", względnie „wakuolek" (str. 397), co prowadzi „do poprzecznego rozszczepienia się fragmoplastu"



Ryc. 25. Wrzeciono wielobiegunowe w kom. mac. pyłku. × 1350.
Fig. 25. Le fuseau multipôlaire. × 1350.

Ryc. 26. Trójbiegunowe wrzeciono. × 1350.
Fig. 26. Le fuseau troipôlaire. × 1350.

Ryc. 27. Zwykłe wrzeciono metafazowe. × 1350.
Fig. 27. Métaphase vue du flanc. × 1350.

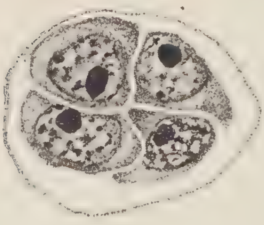


Ryc. 28. Metafaza podziału redukcyjnego. × 1500.
Fig. 28. Métaphase de la division hétérotypique vue du pôle. × 1500.

Ryc. 29. Rekonstrukcja jąder potomnych. × 1350.
Fig. 29. Noyaux-soeurs en vue longitudinale. × 1350.

(str. 405). Pod wpływem kw. octowego w utrwalaczu (płyn Nawaschina) substancja wrzeciona cytokinetycznego koaguluje i wskutek tego na moich preparatach (ryc. 29) widoczne są na terenie fragmoplastu struktury włókniste obok „ziarnistej" budowy przegrody pierwotnej. Interpretacje takich obrazów znajdujemy w tejże pracy Beckera (1932): „Struktury nitkowate" wrzeciona i „ziarniste" przegrody pierwotnej, z materjału w pewien sposób utrwalonego, są obrazem statycznym zachodzącego tu odmieszania i rozszczepienia się wrzeciona" (str. 405).

Pomiędzy dwoma brzegami rozszczepionego fragmoplastu powstaje błona kallozowa, oddzielająca dwie komórki diad. Interfazowy charakter ich jąder szybko przemija i zaczynają one wchodzić w okres podziału homotypowego (ryc. 30).



10

Ryc. 30.
Stadjum tetrady. ×1350.
Fig. 30.
Stade de tetrade. ×1350.

Tworzenie się tetrad u *Aspidistra elatior* należy więc do typu następczego „Sukzedane", według niemieckiej terminologji, a ułożenie gonów jest charakterystyczne dla typu jednoliściennych. Od chwili powstania tetrad komórki warstwy wyściełającej zaczynają wydzielać do wnętrza komory płyn „anther-sap" Dorsey'a, który z początku ma strukturę piankowatą (tabl. I, fot. 6). W chwili wyzwalania się gonów ze wspólnej otoczki płyn ma jeszcze tę samą piankowatą budowę, ale po zaniku otoczek (prawdopodobnie wskutek „pęcznienia", Tischler, 1915) szybko zmienia się w substancję jednolitą i szklistą (por. fot. 7, tabl. I).

W celu sprawdzenia chemicznego charakteru płynu „anther-sap", przerobiłam szereg mikrochemicznych reakcji podanych w pracy Juel'a (1915 r. str. 343); u *Aspidistra elatior* dały one wyniki podobne. Od chwili kiedy dojrzały pyłek nie czerpie już z tej substancji materjałów do swego rozwoju traci ona wygląd szklisty i charakterem chemicznym zbliża się do śluzu. Pyłek jednojądrowy zaczyna intensywnie rosnąć. Wielka wakuola szybko się zmniejsza, ustępując miejsca substancji plazmatycznej. Po zupełnym zaniku wakuoli pyłek ma już wykształcone dwie błony: egzynę i intynę. Jądro jego podczas wzrostu komórki posiada budowę spoczynkowego z wyraźną

siateczką, następnie wchodzi w okres podziału. Metafaza tego podziału jest wyjątkowo wygodna do ustalenia charakteru chromozomów i ich liczby (tabl. I fot. 5), która równa się 16. Liczenie chromozomów w tem stadjum ma tę przewagę nad ustalaniem garnituru w komórkach meristemy korzenia, że chromozomy są już zredukowane do liczby haploidalnej lecz charakter i przebieg karjokinezy nie różni się od zwykłej — somatycznej. Kształt chromozomów, który przy podziale redukcyjnym był nieregularny (por. ryc. 28 i fot. 5 na tabl. I) obecnie osiąga już definitywne zarysy. Przy silniejszych powiększeniach wyraźnie widać szczeliny ekwacyjne (ryc. 35). Porównanie moich rezultatów z wynikami badań H e i t z a (1926) zamieszczam w następnym rozdziale. W bardziej zaawansowanem stadjum telofazy przy odcinaniu się komórki generatywnej w ziarnach pyłku zachodzi nierównoczesna rekonstrukcja jąder (Tabl. I fot. 1 i 2). Jądro komórki generatywnej znacznie opóźnia się w rozwoju. Można na niem dostrzec wstęgi poszczególnych chromozomów jeszcze wówczas, kiedy jądro kom. wegetatywnej ma już charakter spoczynkowego. Nierównoczesną rekonstrukcję jąder połączonych wspólnem wrzecionem cytokinetycznem obserwował już J u n g e r s (1931), w endospermie u *Iris* (fig. 27 i 28) oraz B e c k e r (1933), przy doświadczeniach z czerwienią obojętną. W wypadku nierównoczesnej rekonstrukcji tylko dwu jąder w ziarnie pyłku (co zaznaczone jest na moich fot. 1 i 2 Tabl. I nie gra oczywiście żadnej roli „vague caryocinétique", J u n g e r s a. Natomiast jądra te są różne funkcjonalnie i sądzę, że właśnie odmienny ich charakter zaznacza się u *Aspidistra elatior* już od chwili rekonstrukcji. Na terenie plazmy kom. wegetatywnej obficie gromadzą się substancje odżywcze w postaci drobnych kuleczek stopniowo zwiększających swe objętości — są to tłuszcze, jednak brak skrobi (Tabl. I, fot. 1, 2, 3 i 4). Natomiast w plazmie komórki generatywnej rezerwy odżywczej żadną ze znanych reakcji nie udało mi się wykryć. Komórka generatywna odcina się od wegetatywnej oponką plazmatyczną na materjale utrwalonym dosyć wyraźną (fot. 2, 3 i 4, Tabl. I). Zastosowanie odpowiednich barwników i odczynników nie dało podstawy do przypisywania jej charakteru kallozowego lub też innego „specjalnego" (jak przypuszczał P i e c h, 1927, str. 111). U *Aspidistra elatior*, od chwili wkraczania na teren kom. wegetatywnej kom. generatywna ma kształt gruszkowaty, który zależnie od przekroju

optycznego może wydawać się owalnym, okrągłym lub soczewkowatym. Aż do okresu pękania pylników kom. generatywna nie zatraca swej indywidualności, co świadczy o tem, że oponka kom. generatywnej nie zanika nawet w pyłku wysypującym się z komór.

W gotowych ziarnach pyłkowych brak szczelinek kiełkowniczych. Na zewnętrznej powierzchni egzyny zaznaczają się drobne kuleczki silnie załamujące światło. Sudan III barwi je wraz z całą egzyną na kolor pomarańczowy.

ROZWÓJ I CHARAKTER WARSTWY WYŚCIEŁAJĄCEJ.

Stadjów różnicowania się poszczególnych warstw ścianek pylników u *Aspidistra elatior* nie obserwowałam, ponieważ w najmłodszych pączkach, jakie znajdowałam warstwa wyściełająca była już całkowicie wyodrębniona od pozostałych. W ciągu całego swego rozwoju tapetum jest tylko jednowarstwowe.

W najwcześniejszych stadjach rozwoju komórek macierzystych pyłku warstwa wyściełająca składa się z regularnych względnie prostokątnych komórek przyczem obie osie prostokąta: podłużna i poprzeczna mało się różnią.

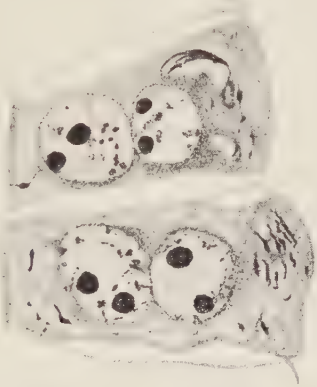
Jądra ich są duże o dwu jąderkach i zajmują centrum komórek. Stopniowo jądra wchodzą w okres podziału. Zgodnie z tem co pisze Bonnet (1912), komórki, leżące bliżej łącznika dzielą się wcześniej. W okresie odpowiadającym synizezie w komórkach macierzystych pyłku podział jąder w tapetum jest najintensywniejszy. Płytki metafazowe układają się różnie względem osi komórek. Bardzo często wrzeciono podziałowe skierowuje się ukośnie (ryc. 31). Wynikiem tej kinezy są komórki dwujądrowe. Czterojądrowych komórek w tapetum u *Aspidistra elatior* nie spotykałam. Po podziale jąder komórki warstwy wyściełającej intensywnie rosną. Stopniowo na terenie protoplastu pojawiają się utwory, podobne do ergastoplazmy Bonnet'a (1911). Są to jednak, strącające się przy utrwalaniu związki białkowo-taninowe zawarte w wakuolach, których charakter chemiczny opisał Guillermond (1933). Z ryciny 32 widać, że substancje te rzeczywiście spoczywają na dnie wakuol.

Okres pomiędzy strepsytenem w komórce macierzystej pyłku a tetradami jest dla warstwy wyściełającej okresem najintensywniejszej pracy. Plazma komórek wyściełających

ma wówczas budowę zwartą, błony napięte wskazują na istnienie silnego turgoru, wskutek gromadzenia się w komórkach substancji osmotycznie czynnych; jądra mają zarysy regularne, a jąderka dobrze się wybarwiają. (ryc. 32). Od



11.



12.

Ryc. 31. Podział jąder w kom. warstwy wyściełającej. × 1350.

Fig. 31. Division des noyaux dans les cellules de la couche nourricière. × 1350.

Ryc. 32. Tapety dwujądrowe przed wydzieleniem płynu „anther-sap". × 1350.

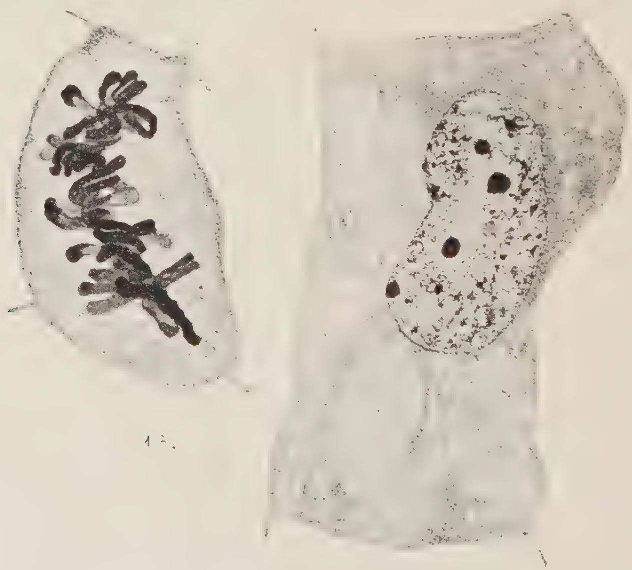
Fig. 32. Les cellules de tapète avant la sécretion de l'„anther-sap". × 1350.

chwili powstania tetrad na terenie protoplastów dwujądrowych komórek warstwy wyściełającej zachodzą poważne zmiany. Pojawiają się duże wakuole zazwyczaj dwie: jedna przy błonie, graniczącej z warstwą tranzytoryczną, druga na granicy z pokładem gonjalnym. Wakuole te stopniowo zwiększają jeszcze swą objętość, a protoplasty kurczą się. Błony komórkowe, w miarę posuwania się procesu wydzielniczego wiotczeją, lecz pozostają nienaruszone aż do całkowitej degeneracji ich zawartości. Tapetum u *Aspidistra elatior* można więc zaliczyć do typu „Secretions—Tapetum" Goebela — typu wydzielniczego.

Na błonie komórek tapetum od strony skierowanej do ziarn pyłkowych nie udało mi się dostrzec ziarenek, opisywanych przez Schnarf'a (1923) u Lilium Martagon, ani „Plättchen" Ubisch'a (1927), ani też por w błonach. Degeneracja jąder zwiotczałych komórek idzie w kierunku karjolizy,

czasem tylko występuje karjoreksja. Niejednokrotnie w warstwie wyściełającej występują komórki jednojądrowe, różniące się od pozostałych wielkością. Takie komórki posiadały dwa razy większe jądra. Jednak fakt, że nigdy nie obserwowałam karjogamji jąder spoczynkowych przemawia za tem, że powstają one w inny sposób. Już po pierwszym podziale jąder spotykałam płytki metafazowe hyperchromatynowe. Były one mniej więcej dwa razy dłuższe od zwykłych i układały się inaczej od pozostałych, a mianowicie równolegle do większej osi komórki (ryc. 33 — 34).

Obrazy te możnaby tłumaczyć następująco: jądra niektórych komórek mają jeszcze tendencję do drugiego podziału; rozpoczynają się pierwsze fazy karjokinezy aż do metafaz, w których widzimy płytki hyperchromatynowe. W miarę posu-



Ryc. 33. Hyperchromatynowa płytka metafazowa w kom. warstwy wyściełającej. × 1350.

Fig. 33. Plaque métaphasiqe hyperchromatique dans la cellule du tapète. × 1350.

Ryc. 34. Komórka z warstwy wyściełającej, zawierająca didiploidalne jądro. × 1350.

Fig. 34. Noyau didiploidale dans la cellule de la couche nourricière. × 1350.

wania się procesu kinezy tendencja ta jednak słabnie i ostatecznie w metafazie płytki się zlewają i rekonstruują jedno jądro didiploidalne (ryc. 33 i 34). Za prawdopodobieństwem rekonstrukcji w okresie metafazy przemawiają obserwacje B e c k e r'a (1933), kiedy następstwem osłabienia „Plasmaviscosität" komórki, pod wpływem słabych narkotyków, były obrazy rekonstrukcji wstecznej. Przyczem powrót do struktury spoczynkowej jądra następował z każdego stadjum mitozy.

Ponieważ nie spotykałam już hyperchromatynowych anafaz, telofaz ani tez hyperchromatynowych jąder pochodnych sądzę, że rekonstrukcja następowała z metafaz. Dalszy los synkarjonu był jednak taki sam jak i sąsiednich komórek dwujądrowych.

W okresie wysypywania się pyłku z komór można jeszcze dostrzec elementy warstwy wyściełającej, coprawda pokurczone i zdegenerowane.

ANALIZA GARNITURU CHROMOZOMÓW.

Jak już uprzednio zaznaczyłam, garniturem chromozomów Aspidistry interesował się H e i t z (26), badając płytki w meristemach korzonków. Autor ten określił zresztą dość ogólnikowo diploidalną liczbę i charakter chromozomów: „Bei *Aspidistra spec.* sind von den diploid 28 — 32 Chromosomen: 2 — 4 LL, auffallend viele (ca 16) KK, der Rest, lk (ca 12)" (str. 665).

Z przytoczonej cytaty widać, że H e i t z nie określał gatunku badanej Aspidistry. Brak fotografji lub rysunku płytki, których tyle przytacza we wspomnianej pracy, oraz liczby przybliżone „ca." wskazywałyby na to, że Heitz nie znalazł zapewne dość wyraźnych obrazów płytek.

Usiłując ustalić przedewszystkiem liczbę chromozomów, utrwaliłam stożki wzrostu korzonków i przekonałam się, że komórki są nieduże i trudno o jasne obrazy płytek, ponieważ wielka liczba chromozomów i silna tendencja do sklejania się i zakręcania końców dużych chromozomów tworzą warunki nie sprzyjające obliczeniom. Wobec tego wolałam ustalić ilość i garnitur chromozomów z płytek haploidalnych przy odcinaniu się komórki generatywnej w ziarnach pyłku podobnie jak czynił to L e v a n ('32) dla różnych gatunków Allium. Płytki w tem stadjum są bardzo wyraźne, a chromozomy niewiele odchylają się od płaszczyzny prostopadłej do osi mikro-

skopu co ułatwia ich pomiary. Po przeliczeniu szeregu płytek ze stadjum wyżej wymienionego, następnie po sprawdzeniu na szeregu preparatów z diakinezy i metafazy podziału heterotypowego, przekonałam się, że liczba chromozomów dla *Aspidistra elatior* Ker. Hort. wynosi 16 (haploid). Z kilku najwyraźniejszych płytek wybrałam jedną najbardziej charakterystyczną dla dokonania pomiarów rzeczywistej długości chromozomów. Narysowałam ją pod powiększeniem × 2.800 następnie metodą fotograficzną rysunek ten został powiększony 4-krotnie co dało powiększenie = ± 11200. Następnie przekalkowałam płytkę z odbitki fotograficznej na papier rysunkowy. Jeszcze raz sprawdziłam szczegółowo otrzymany rysunek z preparatem, analizując kilkakrotnie wszelkie wygięcia każdego z chromozomów. Na ryc. 35 wi-



Ryc. 35. Płytka metafazowa przeznaczona do pomiarów rzeczywistej długości chromozomów. × 10,000.

Fig. 35. Plaque métaphasique, déstinée aux mésurages de la longueur réelle des chromosomes. × 10,000.

dać narysowaną po dokładnej analizie płytkę przeznaczoną do pomiarów. Dla ułatwienia sobie zadania przekalkowałam każdy z chromozomów płytki, szeregując je według długości określonej „na pierwszy rzut oka" i oznaczyłam kolejnemi literami alfabetu. Po dokonaniu pomiarów przekonałam się jednak, że pierwsze wrażenie nie było zupełnie ścisłe i musiałam zmienić „imiona" kilku chromozomów. Metodę wyprostowywania i pomiarów rzeczywistej długości chromozomów stosowaną przez Lewitski'ego ('30) uważam za prostszą od podanej przez Kagawa ('27), a otrzymanie identycznych wyników przy prostowaniu zagiętego ramienia chromozomu A metodą geometryczną Kagawy i metodą Lewitski'ego świadczy o równej dokładności obu tych metod. Resztę pomiarów wykonałam więc według wskazówek Lewitski'ego ('30 str. 36-44). Szerokość chromozomów wynosi 0,9 μ — 1,2 μ, długość od 2 μ — 8,2 μ. Wykresy poszczególnych chromozomów widać na ryc. 36. Dla porównania przytoczę wyniki pomiarów:



Ryc. 36. Wykres i klasyfikacja chromozomów u *Aspidistra elatior.*
Fig. 36. Diagramme et l'analyse de la garniture des chromosomes chez *l'Aspidistra elatior.*

a) metodą Heitz'a (1926), — d'après la métode de Heitz (1926),
b) metodą Lewickiego (1930), — d'après celle de Lewicki (1930).

Chromozom A — 8,2 μ — średnia z 10 pomiarów,
B — 6,6 μ ,,
C — 6,3 μ ,,
D — 6,0 μ ,,
E — 5,9 μ ,,
F — 5,6 μ ,,
G — 4,0 μ + 1,5 μ = 5,5 ,,
H — 4,0 μ + 1,5 μ = 5,5 ,,
I — 4,0 μ ,,
K — 4,0 η ,,
L — 3,3 μ ,,
M — 3,3 μ ,,
N — 3,0 μ — średnia z 4-ech pomiarów,
O — 2,8 μ ,,
P — 2,2 μ ,,
Q — 2,2 μ ,,

Dokładne wyznaczenie wysokości dla poszczególnych wygięć chromozomów pozwoliło mi uzyskać wyniki zgodne, różniące się zaledwie w setnych częściach mikrona. Obliczone długości chromozomów sprawdziłam jeszcze na paru płytkach i otrzymane wyniki również zgadzały się. Rozbijanie garnituru na grupy, biorąc pod uwagę wyłącznie ich długość uważam za bezcelowe. Natomiast usystematyzowanie chromozomów z punktu widzenia ich morfologji rzuca światło na filogenezę poszczególnych komponentów garnituru czyli na ich „historjacje" w sensie Delaunay'a ('30). W haploidalnym garniturze chromozomów *Aspidistra elatior* można wyróżnić: 1 — długi, równoramienny chromozom (A) w kształcie litery V, „isobrachial" wg. klasyfikacji Lewitski'ego ('30 str. 68), LL wg. formułki Heitz'a ('26 str. 656): 5 długich (B, D, E, H, G) wyraźnie nierównoramiennych, u których stosunek krótszego ramienia do dłuższego < niż 1:$^1/_2$ — są to chromozomy „heterobrachial" wg. Lewitski'ego i Lk. wg. formułki Heitz'a; następnie 1 — (C) równoramienny w kształcie litery V „isobrachial" (Lewitski) lecz krótszy od pierwszego (A), nadaje się do oznaczenia ll (Heitz): 1 — długi (F) wyróżnia się z całego garnituru tem, że posiada satelita. Chromozom ten można zaliczyć do „heterobrachial" i oznaczyć Lk (H.). Dwa haczykowate chromozony (I i K) są również „heterobrachial" wg. Lewitski'ego lecz wg. Heitz'a należy je oznaczyć formułką lk ponieważ są mniej-

sze od chromozomów (B, D, E) zakwalifikowanych uprzednio do grupy „heterobrachial''. Pozostałe 6 małych chromozomów (L, M, N, O, P, Q) o kształtach biszkoptowatych „Dumbbel-shaped'' (Lewitski) można oznaczyć KK wg. Heitz'a. Zestawiając wyniki wyżej opisane, garnitur chromozomów (haploid) *Aspidistra elatior* można rozbić na następujące grupy:

Wg. klas. Lewitski'ego		wg. klas. Heitz'a	
chrom. „Eubrachial'' „isobrachial''	2	LL	1 chrom.
„heterobrachial''	8	Lk	6 „
		ll	1 „
chrom. Dumbbel-shaped''	6	lk	2 „
		KK	6 „
	16		16 chrom.

Zarówno klasyfikacja Lewitski'ego jak i Heitz'a mają jedną wspólną wadę: obaj autorzy omijają pomiary ramion w mikronach. Lewitski podaje coprawda stosunek ramion ale jego określenie „lekkonierównoramienne" i „wyraźnie nierównoramienne" („слегка" i „резко неравноплечие") pozostawiają domyślności badacza gdzie się kończy „lekka", a zaczyna „wyraźna" niewspółmierność ramion — brak tu ścisłości liczbowej. Następnie, Lewitski chromozomy nierównoramienne klasyfikuje (str. 68): „слегка неравноплечие" $> 1:1/2$
„резко неравноплечие" $< 1:1/2$

Dla wypadku, gdy stosunek obu ramion jest równy $1:1/2$ Lewitski nie podał osobnego określenia, a więc zakwalifikowanie takiego chromozomu do jednej z jego grup zależy tylko od indywidualnego poglądu badacza. Heitz wyróżnia trzy kategorje wielkości chromozomów: L, I, K. W praktyce zaś zakwalifikowanie równoramiennego chromozomu do kategorji LL czyli ll jest bardzo względne. Sądzę, że dopiero podanie granic liczbowych każdej z kategorji Heitz'a może wnieść do badań naukowych należytą ścisłość i uprościć oznaczanie garniturów chromozomowych przy pomocy wzorów. Dla otrzymania wyraźnych kształtów chromozomów telofazowych rysowałem diaster w czterech przekrojach optycznych. Następnie uszeregowałam i oznaczyłam garnitur przy pomocy wzoru Heitz'a dla zestawienia z wynikami, które dla *„Aspidistra sp."* podaje wyżej wymieniony autor. Załączona obok

tabelka ułatwia porównanie (tab. 1). Jak widać zachodzi znaczna różnica tylko w klasyfikacji chromozomów pośrednich.

TABELA I.
Formułki chromozomów u *Aspidistra*

Podana przez Heitza dla „*Aspidistra sp*“	dipl.	hapl.	Zbadana u *Aspidistra elatior*	dipl.	hapl.
L L	2—4	1—2	L L		1
			L k		5
K K	16	8			
			L k + satel		1
l K	12	6	l l		1
ca.	30—32		l k		2
			K K		6
					16

Do subtelniejszej analizy chromozomów pośrednich dopomogły mi pomiary, które właśnie tłumaczą różnice w wynikach moich i Heitz'a. W każdym z chromozomów garnituru *Aspidistra elatior*, przy dokładnych badaniach z zastosowaniem silnych powiększeń i olejku immersyjnego na szkiełku przykrywkowem oraz pomiędzy szkiełkiem przedmiotowem a kondensatorem udało mi się stwierdzić przewężenia („constrictions“), rozdzielające chromozomy na dwie równe lub niesymetryczne części.

Ponieważ znalazłam przewężenia i na chromozomach wyraźnie pałeczkowatych (np. B, D), uważam, że i tego rodzaju chromozomy, wbrew temu co pisze Sakamura ('20), mają również budowę dwuboczną i podzielam zdanie Lewitski'ego ('30), że bilateralność stanowi „zasadniczą i stałą cechę organizacji chromozomów“.

Pragnę wyrazić p. prof. Zygmuntowi Wóycickiemu głęboką wdzięczność za cenne rady, wskazówki i pomoc okazywaną mi podczas badań.

Panu asystentowi, Dr. Wł. Beckerowi również serdecznie dziękuję za najdalej idącą pomoc i żywe interesowanie się pracą.

RÉSUMÉ.

1. Pendant le développement de l'archesporium jusqu'à la métaphase de la division hétérotypique de la cellule mère du pollen on peut observer:

a) Un rapprochement des filaments leptonémiques, disposés par paires et ayant la formation typique des „noyaux zygotènes" de Grégoir (1907), ceçi nous confirme donc que chez *l'Aspidistra elatior* a lieu la parasyndèse.

b) Au temps de la pachytène les filaments se rapprochent étroitement les uns des autres et forment les filament dédoublés.

c) Au stade de la diakinèze on peut distinguer 16 paires de chromosomes.

d) Dans les plaques de la métaphase de la division hétérotypique apparait très distinctement la différence qui existe entre les longueurs et les formes des composants de la garniture des chromosomes.

2. C'est durant la croissance des grains du pollen que la substance fluide, c'est à dire celle qui est secrétée par la couche nourricière et qui commence à apparaître à l'intérieur de l'archesporium des la division homeotypique, est la plus abondante. Ensuite cette substance change d'aspect mais existe toutefois jusqu'à la rupture des anthères. A mesure que la croissance des grains du pollen s'accentue la composition chimique de cette substance se transforme.

3. Dans les grains du pollen lorsque se produit la division en deux cellules, la génératrice et la végétative, la reconstitution des noyaux filles ne se produit pas simultanément, — le noyau de la cellule végétative ayant toujours une évolution plus avancée.

4. Dans le plasma de la cellule végétative on constate les gouttelettes de différentes grandeurs — ce sont des substances lipoïdes (graisseuses), déstinées à être absorbées.

L'absence de grains d'amidon indique que ces substances lipoïdes ont dans cette cellule à remplir une rôle nutritif.

5. La couche nourricière de l'anthère a le caractere typique de la „sécrétion tapete" de Goebel (1915). Son activité sécrétrice terminée, cette couche dégénère sur place sans donner naissance au periplasmodium.

6. Les cellules de la couche nourricière ne renferment plus que deux noyaux.

7. Le nombre haploïdale des chromosomes étant de 16, celui des chromosomes dans la garniture diploidale est donc de 32.

8. La longueur réelle des chromosomes, mesurée conformément à la methode de Lewitski (1930), varie entre 2 μ et 8,2μ. (Les résultats obtenus par ces mesurages sont indiqués dans la fig. 16 du texte).

9. La facilité avec laquelle on peut observer les étranglement dans les chromosomes prouve que la structure bilatérale est en effet propre à tous les chromosomes de la garniture, qu'ils soient longs ou courts.

Institut de Botanique Générale de l'Université de Varsovie.

WYKAZ LITERATURY.

Becker 1932 Act. Soc. Bot. Poloniae Vol. IX, Nr. 3-4.

— 1933 Cytologia. Vol. 4. Nr. 2.

Bonnet 1911 Anat. Anz. Bd. 39.

— 1912 Arch. für Zellf. t. 1.

Devisé 1922 La Cellule t. 32.

Delaunay 1930 Тр. Науч. Ин. Сел. Киев. v. V вып.II.

Heitz 1926 Zeitschr. für Bot. Bd. XVIII.

Juel 1915 Jahrb. für wiss. Bot. Bd. LVI.

Jungers 1931 La Cellule t. 37.

Levan 1932 Hereditas XVI.

Lewitsky 1930 Bull. Ap. Bot. Gen. Pl.-Breed. Vol. XXVII, Nr. 1.

Lundegardh 1915 Arch. für Zellf. t. XIII.

Martens 1929 La Cellule t. 39.

Robyns 1924/26 I. La Cellule t. 34. II. La Cellule t. 37.

Sakamura 1915 Bot. Mag. Tokyo vol. 28.

— 1920 Jap. Coll. of. Sc. Imp. Univ. Tokyo vol. 39.

Schnarf 1923 Oest. Bot. Zeitschr. t. 72.

— 1931 „Vergleichende Embryologie der Angiospermen" Berlin.

Souza-Violante 1929 La Cellule t. 39.

Wóycicki Z. 1932 Act. Soc. Bot. Poloniae Vol. IX Nr. 1-2.

Yamaha 1926 Jap. Journ. of Bot. vol. III.

T. GORCZYŃSKI.

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Warschau.

(eingegangen 23.I.1934.)

ZYTOLOGISCHE ANALYSE EINIGER POLLENENTWICKLUNGSVORGÄNGE BEI DER APFELSORTE „SCHÖNER VON BOSKOOP".

EINLEITUNG.

In den zytologisch-genetischen Arbeiten über die *Pomoideae* nehmen Untersuchungen über die Chromosomenzahl bei Arten und Varietäten eine überwiegende Stellung ein. Dank, den Untersuchungen von Kobel, F., 1926, Nebel, B., 1929 Heilborn, O., 1928, 1930, Darlington, C., D. and Moffet, A., 1930, Sekuichi C., 1928, Crane M. B., 1929, Crane, M. B., and Lawrence, W., J., C., 1929, 1930 a. 1931, Syoto Adati 1932 u. a. wissen wir, dass viele gemeine Obstbaumvarietäten dem Typus multipler Polyploide zugehören, bei denen Störungen auftreten, welche (insbesondere bei den ungeraden Polyploiden) zu einem grossen Prozentsatz degenerierter Fortpflanzungszellen führen *). Die Untersuchungen von Gaines, E., F., and Aase Hannah 1926, Bleier, H., 1930, Heilborn, O., 1932, Lewitsky, G., 1929, u. Katterman, G., 1933 deuten überdies darauf hin, dass bei den

*) Vergleiche die Darstellung der zur Gonensterilität führenden Prozesse bei Tischler, G., 1906, 1907, 1928, Kobel, F., 1927, Nebel, B., 1929, Sekuichi, C., 1928, Rosenberg, O., 1926, Lindenhein, W., 1929, Piech, K., 1929 u. 1932 u. a.

zur Unfruchbarkeit führenden Prozessen nicht nur Störungen in der Reduktionsteilung selbst eine grosse Rolle spielen, sondern noch Erscheinungen anderer Art, deren Ergründung eine der Hauptaufgaben der vorliegenden Arbeit ist.

Als Untersuchungsmaterial dienten Blütenknospen der Apfelsorte „Schöner von Boskoop" von einem jungen, ca 12 — jährigen Exemplar, welche ich in den Jahren 1931 — 32 vom 25.IV bis zum 15.V. täglich serienweise in starker Flemming's und in Nawaschin's Lösung fixiert habe. In den jüngeren Blüten entfernte ich die Kelchblätter, die Kronenblätter und die stark mit Haaren bewachsene Fruchtknotenepidermis, in den älteren trennte ich überdies die Staubgefässe vom Fruchtknoten ab. Das Zurücklassen der Staubgefässe auf dem Fruchtknoten war aus dem Grunde notwendig um einen etwaigen Vergleich zu ermöglichen, da in der Entwicklung der Staubbeutel und der Samenanlagen oft eine weitgehende zeitliche Discrepanz sich herausstellte.

Das fixierte Material übertrug ich in Paraffin von 50 — 52° C und schnitt es mit dem Mikrotom in Quer- und Längsschnitte von verschiedener Dicke (5, 7 und 10 μ). Zur Färbung benutzte ich Safranin und Heidenhains Haematoxylin, zur Unterfärbung Lichtgrün.

Ich arbeitete mit einem Leitz - Zeichenapparat - Mikroskop mit gewöhnlicher Ölimmersion $^1/_{12}$, zwei periplanatischen Okularen (25 und 15) und Kompensationsokular Nr. 6. Vergrösserungskombinationen: Immersion nnd 25 × — Okular — 2.400 mal, Immersion und 15 × — Okular — 1.400 mal und Immersion + Kompensationsokular Nr. 6 — 820 mal. Die Bearbeitung des Materials dauerte den ganzen Sommer des Jahres 1932 sowie den Winter 1932/33.

Die vorliegende Arbeit habe ich in dem Institut für allgemeine Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Warschau ausgeführt.

Dem Leiter des Institutes, Herrn Professor Dr. S. Dziubałtowski bin ich für sein Interesse an der Arbeit sowie für die allgemeinen Anweisungen und stete Hilfsbereitschaft zu herzlichstem Danke verplichtet. Ebenso danke ich Herrn Olearski, Direktor des Pomologischen Gartens in Warschau, für das Überlassen des Materials.

DER CHARAKTER DER ANTHEREN IM PRIMÄRARCHESPORZELLENSTADIUM.

Die frühesten Entwicklungsstadien der Antheren weichen vom Normaltypus nicht ab. Die Archesporzellgruppen sind gross, mehrschichtig und mehrreihig. Die Antherenwand be-

steht sehr häufig aus mehr als vier Schichten. In dem Momente, in welchem die Primärarchesporzellgruppen zur vollständigen Differenzierung gelangen, bildet sich eine Grenze zwischen den drei äusseren Schichten und der Tapetumschicht, deren Zellen zu dieser Zeit den Primärarchesporzellen sehr ähnlich sind. Die Epidermiszellen sind im allgemeinen gross und an vacuolisiertem Plasma reich; ihre Kerne färben sich stark. Die Zellen der mechanischen und transitorischen Schicht sind dagegen deutlich parallel zur Oberfläche abgeplattet. Insbesondere ruft die transitorische, aus mehreren Zellreihen bestehende Schicht den Eindruck eines zerdrückten Gewebes hervor. Ungefähr zu derselben Zeit differenziert sich das Tapetum mit den vielkernigen Zellen heraus. Die primären Archesporzellen schauen nicht einheitlich aus: zwischen grossen Zellen mit riesigen Kernkörperchen treten Gruppen von kleinen Zellen auf. Zur Zeit der Untersuchung waren diese Zellen schon im Verschwinden. Nur die Kernkörperchen bewahren ihren Normalcharakter und treten gegen die stark gefärbte, degenerierende Zytoplasma- und Kernmasse deutlich auf.

Zustände dieser Art treten auf Querschnitten ganzer Pollensäcke, oft sogar im mehreren Pollensäcken zugleich auf.

FRÜHE PROPHASEN DER REDUKTIONSTEILUNG IN DEN POLLENMUTTERZELLEN.

Der Übergang des Pollenmutterzellkernes aus dem Ruhestadium ins Prophasestadium ist sehr schwer zu erfassen. Die beobachteten Prophasen laufen in der Mehrzahl der Fälle normal ab. Von den pathogenen Erscheinungen, die hier vorkommen, sind zwei grundsätzliche Formen erwähnungswert. Im ersten Falle bilden sich im Zellplasma grosse Vacuolen (Fig. 37. der Kern wird mitsamt dem Plasma an die Zellwand abgedrängt, verliert mit dem Fortschreiten des Degenerationsprozesses allmählich den ihm eigentümlichen Turgor und unterliegt der Abplattung sowie starken Strukturveränderungen. Die Chromatinfäden bilden dichte Massen von pyknotischem Charakter (Bonnet 1912), die sich sehr intensiv färben.

Erscheinungen dieser Art treten entweder nur in einigen Pollenmutterzellen der Pollensäcke auf, während die übrigen Elemente gesund (normal) bleiben, oder auch in der

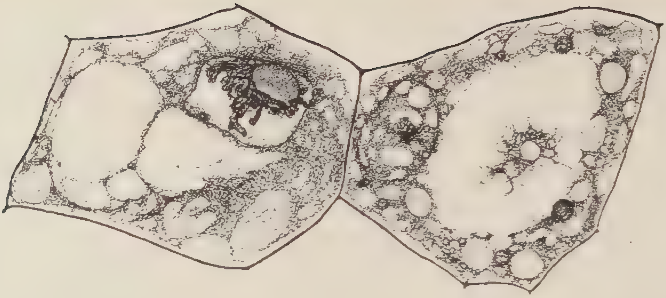


Fig. 37.
Vacuolisation und Degeneration der Pollenmutterzellen in frühen Prophasen der Reduktionsteilung. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

ganzen Anthere auf. In die zweite Kategorie der abnormen Erscheinungen gehört das Auftreten vielkerniger sowie miteinander verbundener Zellen Hier (Fig. 38) sind die Verhältnisse noch mehr verwickelt.

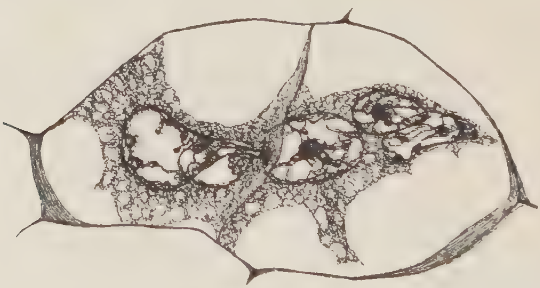


Fig. 38.
Abnormitäten in den Pollenmutterzellen vor der Diakinese. Durchdringen der Kerne durch die Wandporen. Vergr. ca 1430.

Das kontrahierte Plasma umgibt die in Mehrzahl vorhandenen Kerne bloss mit einem dünnen Streifen *). Manche Eigenschaften dieser Kerne weisen darauf hin, dass sie durch irgendeine Pseudoamitose entstanden sind.

Ähnliche Erscheinungen, die noch stärker pathologisch anmuten, treten in ganzen Zellgruppen auf, deren Zellen miteinander durch Kern - Plasma - Brücken in den Wandporen

*) Diese krampfhafte Plasmakontraktion lässt sich mit der „Krampfplasmolyse" von Küster (1929) vergleichen.

verbunden sind. Die Degeneration der Kernsubstanzen ist dem Chromatolyseprozess gleichwertig. Die Degeneration kann übrigens in diesem Falle verschiedene Formen annehmen, wie auf Fig. 39 dargestellt; manche Merkmale derselben erinnern an Bonnet's Pyknose.

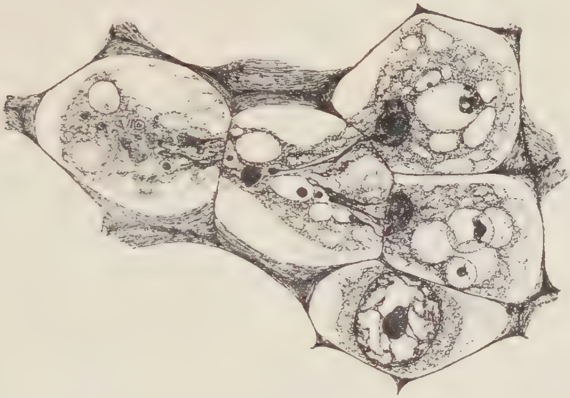


Fig. 39.
Degeneration der Pollenmutterzellen in der Prophase. Durchdringen des Zell-und Kerninhaltes durch die Wandporen. Vergr. ca 1430. Im Druck 2/3 verkl.

Die Abnormitäten, von denen die Rede war, tragen teilweise einen mehr oder weniger bekannten Charakter. Hieher gehören: die Degeneration durch Plasmavacuolisation, die Pyknose und Karyorexis, die von Bonnet J., (1912), Küster E., (1929), Wóycicki, Z., (1931) u. a. beschrieben wurden. Teilweise jedoch sind es seltene oder sogar ganz spezifisch vorkommende Erscheinungen. Die für mein Objekt („Schöner von Boskoop") eigentümliche Zellfusion weicht von der eigentlichen Zytomyxis zwar ab, weist jedoch mit derselben viele gemeinsame Merkmale auf.

DIAKINESE.

In der Diakinese besitzen Chromosomen die Form kugeliger Klümpchen und sind dem Polyploidalcharakter des Apfelbaumes entsprechend gruppenweise angeordnet. Gewöhnlich schliessen sie sich zu zweit und zu dritt, oft jedoch auch zu mehreren zusammen. Manchmal schliessen sich die kugeligen Gebilde zu unregelmässigen Klumpen oder

Ketten oder auf diese Weise zusammen, dass sogar ihre Gruppenzugehörigkeit nicht festgestellt werden kann. Die vorhandenen Gemini besitzen sehr selten eine kreuzförmige oder ringförmige Gestalt. Die Bestrebungen, die Zahl der Chromosomen, ihre Gestalt sowie die Anordnungsform der Bi- und Polyvalenten genau zu bestimmen, waren von keinem befriedigenden Resultate begleitet, wiewohl davon die Möglichkeit einer Kontrolle der von Kobel, Ewreinoff, Nebel, Crane and Lawrence, Adati u. a. angegebenen Chromosomenzahlen *) abhing.

Ein ungefähr normales Bild des Diakinesekernes stellt die Fig. 40 dar, auf welchem wir ca. 24 „Gemini“ von äusserst verschiedener Gestalt feststellen können. Die erwähnte Zahl stellt das Ergebniss einer der vielfach vorgenommenen Zählungen dar. Alle insgesamt berechtigen uns dennoch nicht zur Bestätigung der Chromosomenformel 2n = 51, wie sie von zahlreichen Autoren für „Schöner von Boskoop“ angegeben wird.

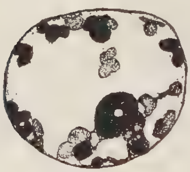


Fig. 40.
Diakinese - Kerne in den Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

Hier will ich noch betonen, dass in der Diakinese die Chromosomen in einer grossen Zahl von Fällen die Tendenz zur Bivalentenbildung aufweisen. Die Zahlenverhältnisse sind jedoch so variabel, dass sie an die Verhältnisse erinnern, welche Nebel, (1933) an Obstbaumekreuzlingen erhielt.

META-UND ANAPHASEN DER HETEROTYPEN TEILUNG IN DER P. M. Z.

In der Metaphase der Reduktionsteilung unterliegt der Charakter der Chromosomen in den P. M. Z. von „Schöner von Boskoop“ einer grundsätzlichen Veränderung. Im Vergleich zum Diakinesestadium beobachten wir eine weitere Reduktion

*) Am leichtesten lassen sich die Bivalenten unterscheiden; Gruppen von grösserer Chromosomenzahl lassen sich infolge der Tendenz derselben zu engem Zusammenschluss nur schwerlich zählen. Manche Bilder sowie Zahlen dieser „Gemini“ in der Diakinese weisen darauf hin, dass sie verschiedenwertig sind und dass zwischen ihnen auch Univalente vorkommen.

der Chromosomemgrösse. Beobachten wir die Platten von den Polen aus, dann sehen wir kugelige, regulär angeordnete, fast gleichgrosse, manchmal zu Paaren zusammengeschlossene Elemente. (Vielleicht stellen die grösseren „Chromosomen" schon Paare vor; wir hätten somit mit sekundär paarweise sich verbindenden Paaren zu tun). Gewöhnlich sind 21 solcher Elemente vorhanden, oft auch 20 und manchmal nur 17 (Eliminationsspuren nicht vorhanden!). Die Betrachtung der Metaphase von der Seite aus ergibt nichts Neues, da weder die Gestalt noch die Zahl der Chromosomen sich feststellen lässt.



Fig. 41.
Metaphaseplatte der heterotypen Teilung in den P. M. Z. Vergr. ca 2400.

Manchmal treten untypische, den Rosenberg'schen „Rekonstruktionen" vergleichbare Metaphasen auf (Fig. 42).

Wie aus der Fig. 42 ersichtlich, sind hier die Chromosomen in der ganzen Zelle zerstreut u. zw. sehen wir hier sowohl grosse unregelmässige Klümpchen (Polyvalente vermut-

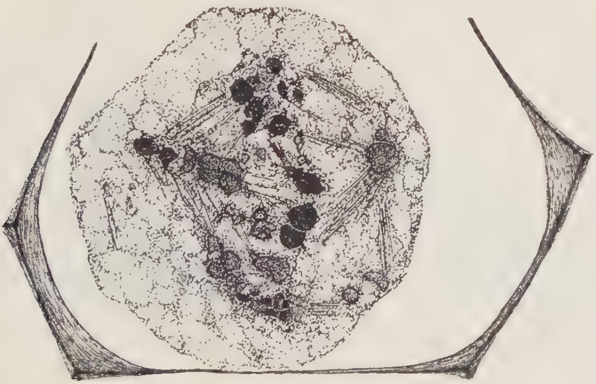


Fig. 42.
Abnorme Meta-Anaphase der heterotypen Teilung mit zerstreuten Chromosomen und Spindel. Vergr. ca 2400.

lich) wie auch ganze Gruppen univalenter (wahrscheinlich) Elemente. Die Teilungsspindel ist nicht immer deutlich ausgebildet; die Gebilde, die auf Fig. 42 zu sehen sind, tragen eher den Charakter von an die einzelnen Chromatinklümpchen angehefteten Fadenbündeln. Die Metaphase zeichnet sich überdies durch das Auftreten von multipolaren Spindeln bzw. Aequatorialplatten aus, diese können in einer Zelle in mehreren Anordnungsflächen liegen. Als Resultat solcher Teilungen kommen Polyaden zustande. Von den Veränderungen in der Anaphase der Reduktionsteilung erregten mein Interesse vor allem die frühesten Stadien der Chromosomentrennung, die Gestalt und Zahl derselben sowie der Charakter der Spindel. Auf Fig 43 tritt die Spindel sehr deutlich in Form von Fadenbündeln auf. Die Gestalt der ungleichzeitig auseinandergehenden Chromosomen ist verschieden: oft sieht man eine Reihe von Übergangsformen zwischen den noch nicht getrennten und den schon vollständig freien Chromosomen (Bisquitformen, Hantelformen und schliesslich zwei Tochterelemente mit ausgedehnten, spitzförmigen Enden).

Die nächste Phase zeichnet sich durch starke Ausdehnung der Spindel aus, die manchmal ungemein stark an Belar's „Stämmkörper" erinnert (Fig. 44). Was das Verhalten der Chromosomen anbetrifft, lassen sich zwei Fälle unterscheiden: im ersten Falle vereinigen sich die ungleichzeitig auseinandergehenden Chromosomen in der späten Anaphase zu zwei Polgruppen und bilden normale Tochterkerne (Fig. 44),

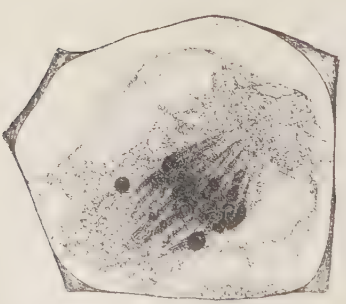


Fig. 43.
Frühe Anaphase der I Teilung in den Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 2,3 verkl.

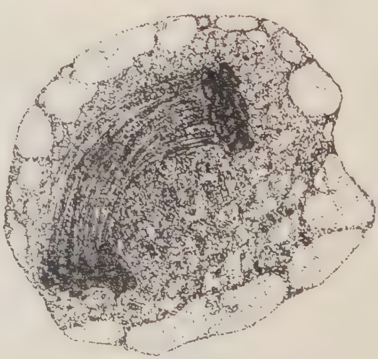


Fig. 44.
Übergang zur Telophase der I Teilung in den Pollenmutterzellen. Bogenförmige Spindel. Vergr. ca. 2400.

m zweiten dagegen bilden entweder einzelne Chromosomen oder auch Chromosomengruppen, ohne sich an den Polen zu versammeln, Zwergkerne von verschiedener Grösse, von denen manche sofort degenerieren während andere überdauern können.

DYADEN UND II TEILUNG IN DEN POLLENMUTTERZELLEN.

Ausser den Störungen, die auf der Degeneration eines, manchmal auch beider Dyadenkerne beruhen, beobachten wir hier Vorgänge die sehr nahe an die in der Prophase dargestellten Vorgänge erinnern mit dem Unterschied jedoch, dass sie hier einen noch mehr komplizierten Charakter tragen. (Fig. 45).

Die aus einzelnen territorialen Chromosomengruppen entstandenen Kerne weisen eine typische Chromatolyse auf.

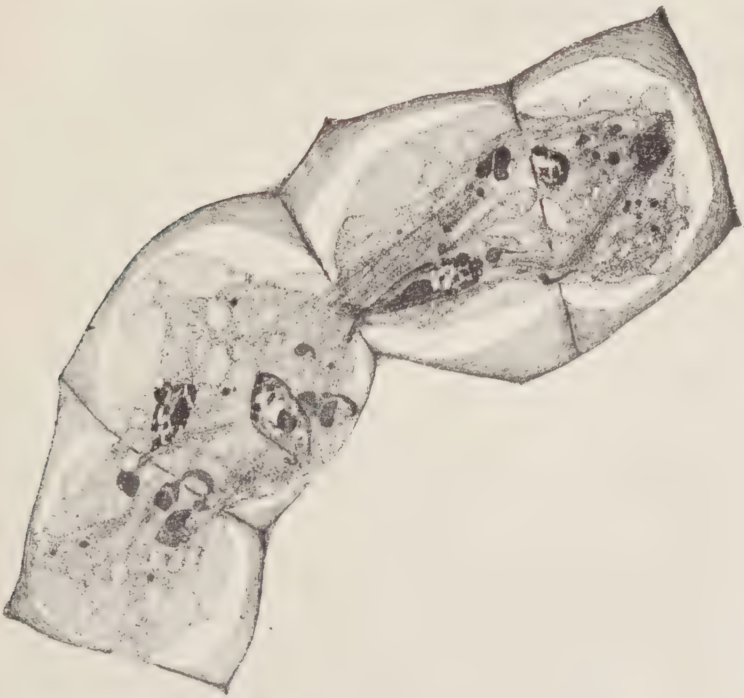


Fig. 45.
Abnormitäten im Dyadenstadium (in den Pollenmutterzellen). Bildung von vereinigten Zellgruppen. Vergr. ca 1430.

Zahlreiche ausgestossene Chromosomen, Verbindungen, Brücken und winzige Zwergkerne verfallen der Degeneration (Fig. 45). Manchmal dringen die Tochterkerne nach der ersten Teilung durch die Poren der Nachbarzellen in dieselben hinüber und die Pollenmutterzelle bleibt kernlos (Fig. 46). Ich möchte hinzufügen, dass die Abnormitäten in den einzelnen Zellgruppen immer denselben Charakter tragen.

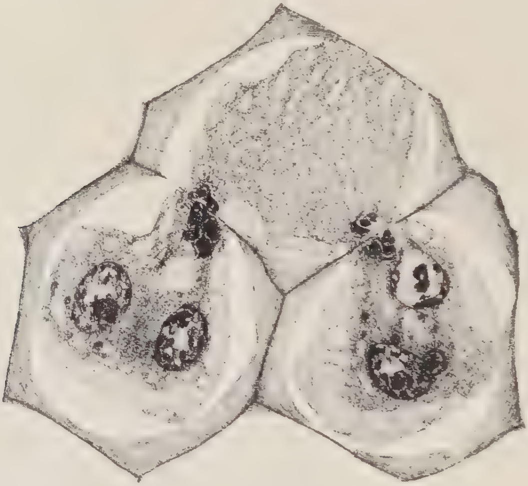


Fig. 46.
Abnormitäten im Dyadenstadium. Bildung von kernlosen Zellen. Vergr. ca 1430.

Was die Metaphase der II Reduktionsteilung anbelangt, so weist der Prozess der Chromosomentrennung hier einen mehr regulären Verlauf auf, obwohl er auch in diesem Falle nicht immer gleichzeitig stattfindet. Die Chromosomen sind im Vergleich zu denjenigen der I Metaphase etwas kleiner. Die karyokinetischen Spindeln kreuzen sich unter einem grossen Winkel (seltener senkrecht), obwohl auch Fälle von paralleler Achsenstellung vorkommen. In der Metaphase der homotypen Teilung treten andere, u. zw. meistens niedrigere Zahlen auf als in der heterotypen, was schliesslich zur Bildung von verschieden zusammengesetzten Gonen führt. Infolgedesssen degenerieren doch die Tetraden trotz ihrer scheinbar guten Ausbildung. In diesem Falle werden die dicken kallosen Membranen gleichzeitig mit der Degenerierung des

Plasmainhaltes rasch gelöst und die ganze Zellgruppe unterliegt der Resorption. In jenen Fällen, in denen die Tetraden von keiner Querwand abgegrenzt sind, verläuft die homotype Teilung entweder ganz regelrecht (Fig. 47) oder sie ist von

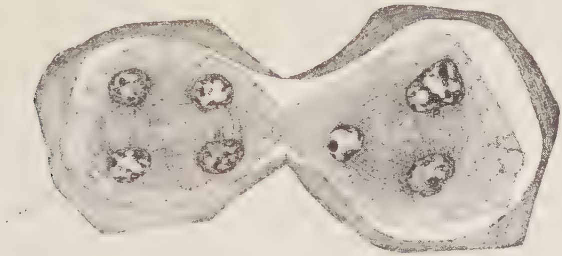


Fig. 47.
Bildung von Tetraden aus zwei nichtabgegrenzten Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 1/2 verkl.

so stark tiefgreifenden Störungen begleitet, dass die Tetraden in den meisten Fällen dem vollständigen Schwund erliegen (Fig 48).

Wie ich schon früher erwähnt habe, führt die Ungleichmässigkeit im Auseinandergehen der Chromosomen zur Polyadenbildung*, von zweierlei grundsätzlichem Typus: entweder haben wir mit Gonengruppen zu tun, die aus mehr als vier Gonen zusammengesetzt, aber alle von gleicher Grösse sind, oder es treten in der Polyadengonengruppe nur eine bzw. zwei grosse Zellen auf, während die übrigen sog. Zwerggonen bilden, die zweifellos aus verspäteten oder ausgestossenen Chromosomen enstanden sind. Die „Tetraden" von

---

*) Diese Erscheinung steht mit Teilungsstörungen in den Pollenmutterzellen in der Meta- und Anaphase sowohl der I wie der II Teilung im Zusammenhange. Ich denke vor allem an die „typischen" Störungen, die von Zytologen und Vererbungsforschern breit behandelt wurden. Eine grosse Anzahl derselben hat der Frage der Sterilitätsursachen bei den Obstbäumen spezielle Untersuchungen gewidmet (C r a n e, M., B., 1929, K o b e l, F., 1926, H e i l b o r n, O., 1928, D a r l i n g t o n C., D., and A., A., M o f f e t 1930, L i n d e n b e i n, W., 1929, C r a n e, M., B., and W. J. C. L a w r e n c e 1929, 1930 u. 1931). An anderen Objekten haben diese Angelegenheit T i s c h l e r, G., 1907, W ó y c i c k i, Z., 1921, S a c h s o w a, M., 1917, R o s e n b e r g, O., 1926/7, P i e c h, K., 1929, 1932, H e i l b o r n, O., u. a. berührt.

gleichgrossen Gonen entstehen aller Wahrscheinlichkeit nach aus mehrpoligen Teilungsfiguren.

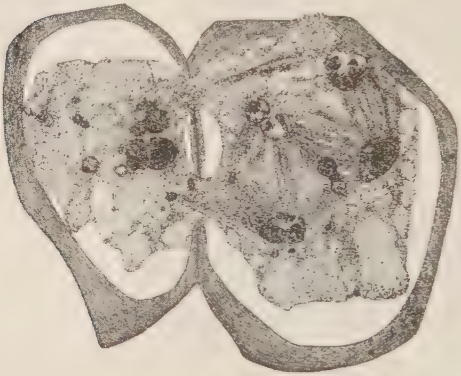


Fig. 48.
Pathologische II Teilung zweier vereinigten Pollenmutterzellen. Degeneration der Zwergkerne in einer Zelle. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

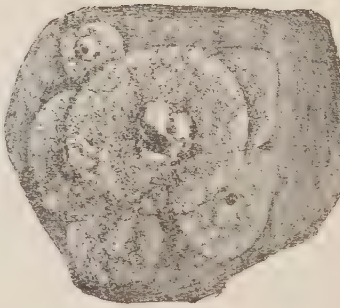


Fig. 49.
„Tetrade" von ungleich grossen Gonen in einer Kallosemembran. Vergr. ca 1430.

DER CHARAKTER DER TAPETUMSCHICHT. ENDGÜLTIGE BILDUNG DER POLLENKÖRNER.

Im Verlaufe der bisherigen Betrachtungen über die Pollenentwicklung habe ich die Formbildung des Tapetums und den Verlauf der Degeneration desselben ausser Acht gelassen. Das Tapetum trägt in dem betreffenden Falle den Charakter eines deutlichen Sekretionsgewebes.

Die Anzeichen der Sekretionstätigkeit des Tapetums treten in den Zellen schon sehr zeitlich auf. Vor allem finden sehr rasche Kernteilungen statt, wodurch grosse, vielkernige Zellen entstehen.

Manchmal schmelzen die Kerne in grossen sich fast gänzlich dunkel färbenden, von vacuolartigen Lücken durchsetzten Komplexen zusammen.

Ein Periplasmodium fehlt vollständig. Zur Zeit der intensivsten physiologischen Tätigkeit (d. i. während der Lösung der Kallusmembranen) bilden sich in der Tapetumschicht riesige Vacuolen. Dieselben drängen den Zellinhalt und die Kerne nach der Mitte der Pollensäcke ab, zerstören jedoch die Zellhaut nicht, sondern dehnen sie nur aus. Sie verschwinden erst mit der endgültigen Degeneration des Tapetums.

Die von der Kallusmembran befreiten Gonen besitzen entweder ihre typische Gestalt oder sie bilden Zwerggonen, deren Plasma und Kern allmählich zugrunde geht.

Die Zellen sterben massenweise ab; es bleibt nur die vertrocknete und leere geschrumpfte Exine zurück. Das junge normale Pollenkorn wächst vor der Ausbildung der Aussenwand stark heran. Nach der Bildung derselben entsteht im Pollenkorn eine grosse Vacuole und in diesem Zustande verbleibt es bis zur Teilung des Pollenkornkernes in einen generativen und einen vegetativen Kern.

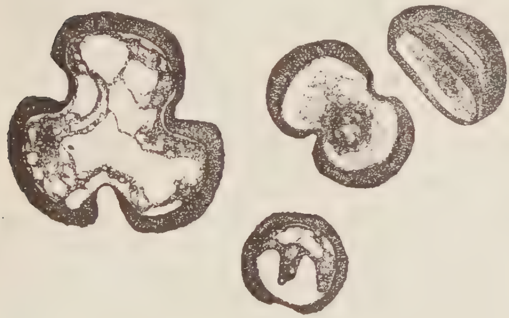


Fig. 50.
Abnorme Pollenkörner von verschiedener Gestalt (Zwerggonen). Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

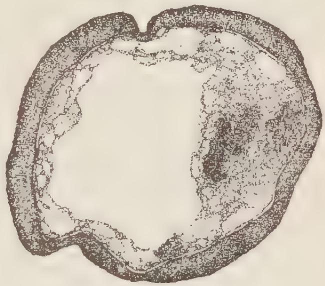


Fig. 51.
Das Pollenkorn mit der grossen Vacuole während der Kernteilung. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

SCHLUSSFOLGERUNGEN.

1. In den einzelnen Antheren und Pollensäcken einer und derselben Blüte treten verschiedene Pollenentwicklungsphasen von der frühesten Entwicklung bis zur Tetradenbildung auf; es können somit die verschiedensten Etappen dieser Entwicklung an einem einzigen, unter denselben Bedingungen gesammelten, fixierten und geschnittenen Objekte verfolgt werden.

2. In der frühesten Entwicklungsphase zeichnen sich die Antheren der Apfelsorte „Schöner von Boskoop" durch die Anwesenheit von zwei Schichtlagen aus: einer äusseren und einer inneren. Die äussere Schichtlage besteht aus der Epidermis, der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellschicht (das spätere Endothecium) und der transitorischen

Schicht. Die inneren Schichten, das Tapetum und das Archesporgewebe, unterscheiden sich anfangs kaum voneinander. Parallel zur Entwicklung des sporogenen Gewebes erfolgt die Differenzierung der einzelnen die junge Anthere bildenden Zellschichten.

3. Bei der normalen Entwicklung verlaufen die frühen Prophasestadien vollkommen regelmässig. Beim abnormen Verlauf lassen sich zwei grundsätzliche Formen von „Veränderungen" unterscheiden: 1) typische Degeneration durch Plasmavacuolisation und Kernschwund u. 2) Bildung von mehrkernigen Zellen, Auftreten von sich intensiv färbenden chromatinartigen Gebildekomplexen im Plasma sowie Vereinigung derselben in den verschiedenen Zellen.

4. Im Übergangsstadium zwischen Prophase und Diakinese ist die Zahl der Chromosomen grösser als in der Diakinese selbst; in der Diakinese ist die Zahl der beobachteten Chromosomengruppen veränderlich (17 — 24).

5. In der Meta-und Anaphase der I Reduktionsteilung wurden ähnliche Chromosomenzahlenverhältnissse beobachtet, so dass die von Kobel angegebene Zahl $2n = 51$ nicht endgültig bestätigt werden konnte. Es kommen aber auch abnorme Metaphasen vor, wo bis zu 42 „Chromosomen" gezählt wurden (ihre Form weist auf ihre verschiedene Wertigkeit hin).

6. Das Auseinandergehen der Chromosomen in der Anaphase der I Teilung findet immer ungleichzeitig statt; bei einem Teil der Zellen erfolgt in der Telophase der Ausgleich, bei einem anderen umgeben sich zahlreiche vereinzelte Chromosomengruppen mit einer Membran und bilden Zwergkerne.

7. Nach der heterotypischen Teilung können manchmal Monaden entstehen: 1) durch Unterbrechung der Teilung nach der abnormen Metaphase und hierauffolgende Kernrekonstruktion sowie 2) durch Degeneration eines der beiden Dyadenkerne und Entwicklung des Tochterkernes.

8. In der Metaphase der II Teilung sind die Zahlenverhältnisse der Chromosomen in der P. M. Z. veränderlich. Beim normalen Teilungsverlauf entstehen typische Tetraden. In den abnormen Fällen bilden sich grosse charakteristische durch Plasma-Kernbrücken vereinigte Zellgruppen.

9. Die Tapetumschicht weist schon in den frühen Entwicklungsphasen der. P. M. Z. morphologische Veränderun-

gen auf, die von ihrer physiologischen Tätigkeit zeugen. Im Laufe beider Reifeteilungen vereinigen sich die Kerne der Tapetumzellen (gewöhnlich sind zu dieser Zeit schon mehrere da) und bilden grosse, sich stark färbende, von Vacuolenlücken durchsetzte Verschmelzungen.

10. In der Mehrzahl der Falle treten als Ergebnis des Teilungsprocesses in den P. M. Z. (statt normaler Tetraden) Komplexe von Gonengruppen auf. Nach ihrer Befreiung aus den Kallosemembranen bilden die Gonen junge, an Gestalt und Grösse sehr mannigfaltige Pollenkörner. Alle Pollenkörner (sowohl die normalen wie die zwerghaften) bilden trotz Degenerierung die Exine aus, von der bald nur ein geschrumpftes Häutchen übrig bleibt. Im normalen Pollenkorn erfolgt während der Entstehung der grossen Vacuole die Teilung des Pollenkornkernes in zwei Elemente, ein vegetatives und ein generatives Element.

11. Der Verlauf der Pollenentwicklung bei „Schöner von Boskoop" wird von Degenerationsprozessen sowie von anderen, in vielen Fällen den von Lewitsky künstlich hervorgerufenen ähnlichen Störungen begleitet. Die unvollständige Verschmelzung des Plasmainhaltes mancher Pollenmutterzellen stellt wahrscheinlich einen Übergang zu der von Němec, Gaines and Aase, Katterman, Hakansson u. a. beobachten Zytomyxisform dar.

12. Ausser Störungen, welche sicherlich eine Folge des triploidalen Charakters des Kernes sind, treten bei „Schöner von Boskoop" noch andere Abnormitäten auf, welche möglicherweise mit der Überempfindlichkeit der Varietät gegen äussere Faktoren im Zusammenhange stehen.

LITERATURVERZEICHNIS.

Adati, Syoto 1932 Cytologia Vol. IV N. 2.

Bleier, H., 1930 La Cellule T. XL fasc. 1.

Bleier, H., 1931 Archiv f. Pflanzenbau. B. 5 H. 3 (545 — 560).

Bonnet, J., 1912 Archiv f. Zellforschung. B. 7.

Crane, M. B., 1929 J. Inn. Hort. Inst. (38 — 41).

Crane, M., B., and Lawrence, W., J., C., 1929 Journ. Pomol. Hort. Sc. B. 7.

Crane, M., B., and Lawrence W., J., C., 1930 Journ. Genet. B. 22.
— 1931 — 24.

Darlington, C., D., and Moffet, A., 1930 Journ. Genet. B. 22 N. 2.

Ewreinoff, W., A., 1931 Rev. Gener. Bot. T. 43 (474—491).

Gaines, E., F., and C., Hannah Aase 1926 Amer. Journ. of Bot. Vol. XIII — 6.
Heilborn, O., 1928 Sven. Bot. Tidskr. XXII.
— 1930 — XXIV.
— 1932 Hereditas XVI.
Hakansson, A., 1933 Hereditas XVII.
Katterman, G., 1933 Planta Arch. f. wiss, Bot. B. 18 H. 4 (Schlussheft).
Kobel, F., 1926 Land. Jb. d. Schweiz.
— 1926 Verh. Schweiz. naturf. Ges. J. 107 F. 2.
— 1627 Arch. Julius Klauss Stift. f. Ver. B. 3.
Küster, E., 1929 Pathologie d. Planzenzelle. T. 1. Berlin.
Lewitskij, G., 1929 Dniewnik Wsiesojuznago Siezda Botanikow.
Lindenbein, W., 1929 Gartenbauwissenschaft. B. 2. (133 — 157).
Nebel, B., 1929 Gartenbauwissenschaft. B. 1. (549 — 592).
— 1929 D. Züchter. 1 (209 — 217).
Němec, B., 1931 Bull. int. de l'Acad. d. Sc. d. Bohème.
Piech, K., 1929 Kosmos. Ser. B. T. LIV. Zeszyt III.
— 1933 Ogrodnictwo. 1933.
Rosenberg, O., 1926 Ber. d. d. Bot. Ges. B. XLIV. N. 7.
— 1926 Arkiv f. Botan. T. 20 B. N. 3.
— 1926/7 Hereditas. 1926/7.
Sachsowa, M., 1917 Compt. Rend. d. l. Soc. d. Sc. d. Varsovie An. X, Fasc. 6.
Sekuichi, C., 1928 Sc. Rep. Tokohu Imp. Un. B. II.
Skalińska, M., 1932 Wszechświat N. 6.
Tischler, G., 1906 Ber. d. d. Bot. Ges. 24.
— 1907 — 25.
— 1928 Oesterr. Bot. Zeitschr. 77. (292—306).
Wóycicki, Z., 1921 Disc. Biol. Arch. Soc. Sc. Varsaviensis. Vol. 1 Fasc. 1.
Wóycicki, Z., 1931 Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VIII. Nr. 1-2.

HANNA WYSOCKA

z Zakładu Systematyki i Geografji Roślin
Uniw. Warsz.

(wpłynęło 19.I.1934).

MATERJAŁY DO FLORY DESMIDYJ Z OKOLIC WARSZAWY.

(Contribution à la flore des Desmidiées aux environs de Varsovie).

WSTĘP.

Badania nad glonami okolic Warszawy były dotychczas nieliczne. Pierwsza praca na ten temat, ogłoszona w roku 1883 w Pamiętniku Fizjograficznym przez Kazimierza Cybulskiego nosiła tytuł „Materyjały do flory algologicznej okolic Warszawy" (**2**). Ogólna ilość glonów podanych w tej pracy wynosiła 104 gatunki. W r. 1884 w Pamiętniku Fizjograficznym Witold Lopott (**10**) wydał pracę pod takim samym tytułem, powiększając liczbę gatunków, wymienionych przez Cybulskiego, o 68. Wreszcie, w r. 1895 Wł. M. Kozłowski publikuje również w Pamiętniku Fizjograficznym „Przyczynek do flory wodorostów okolic Warszawy" (**9**). przytaczając 184 gatunki glonów.

Należy tutaj jeszcze wspomnieć o trzech pracach, a mianowicie o pracy M. Raciborskiego, „Desmidje nowe" (**14**), (Pam. Wydz. Matem.-Przyr. Akad. Um. 1889) w której jest opisane *Euastrum sinuosum* Lenorm. f. *polonica* Racib., znalezione przez autora w okolicach Warszawy, o krótkiej notatce A. Ślósarskiego, ogłoszonej we Wszechświecie w r. 1896

pod tytułem „O przyczynie zieloności wody w sadzawce Ogrodu Saskiego" (**16**) — (był to zakwit *Volvocales*), oraz o cytologicznej pracy L. Mickiewicza nad *Skrętnicami*, znalezionemi koło Warszawy, wydanej w r. 1897 w Warsz. Uniwers. Izwiestia „O kariokineticzeskom dielenji jader u *Spirogyra*" (**11**).

Terenem pracy trzech pierwszych autorów były najbliższe okolice Warszawy, tak więc Cybulski wymienia Łazienki, Ogród Botaniczny, Mokotów, Królikarnię, Wierzbno, Wilanów, Natolin, Saską Kępę, Bielany i Powązki; Łopott bada wody stojące: we wsi Powązki, w rowach koło rogatek Marymonckich i w Łazienkach, wody bieżące zaś w Wiśle, w Natolinie, Zaciszu i Łazienkach; Kozłowski wreszcie rozszerza zakres poszukiwań swych poprzedników, posuwając się do Otwocka i Miłosny, poza tem wymienia Marymont, Bielany, Wierzbno i Czerniaków.

Prace Cybulskiego, Łopotta i Kozłowskiego noszą charakter ogólny i są przyczynkami do znajomości różnych rodzin glonów okolic Warszawy.

Jeżeli chodzi o Desmidje, to w wyżej cytowanych pracach podano ich niewiele. Cybulski wymienia 7 gatunków Desmidyj, Łopott — 14, Kozłowski zaś, który pierwszy zwraca uwagę na obfitość form Desmidyj w rowach sphagnowych, powstałych po wyjęciu torfu w Otwocku i Miłośnie, podaje 33 gatunki. Ponieważ 12 gatunków jest wspólnych trzem autorom, w sumie więc w okolicach Warszawy zanotowano dotąd 42 gatunki.

Wybrałam w okolicy Warszawy te miejsca, gdzie Sphagneta są dobrze rozwinięte, a więc z prawego brzegu Wisły 1) torfowisko w Strudze u stóp wydmy od strony Radzymina, 2) torfowisko leżące w kotlinie śródwydmowej między Aleksandrowem i Zagórzem, 3) torfowisko między Karczewem a Starym Otwockiem i 4) torfowisko w Zielonce od strony Strugi; z lewego zaś brzegu Wisły 5) Sphagnetum między Pociechą a Sierakowem w puszczy Kampinoskiej, wskazane mi w r. 1929 przez p. dr. Kobendzę i opisane przez niego w wydanej potem pracy (**8**) jako Pineto-Sphagnetum.

Materjał do niniejszej pracy brałam, wyciskając nad słoikami wyjmowane z wody torfowce w niej zanurzone, lub też torfowce nasiąknięte wodą. Tam, gdzie pozwalała na to obecność jeziorek, zbierałam również plankton powierzchniowy.

Zbierałam materjał w letnich miesiącach r. 1929 i 1931. W r. 1931 ograniczyłam się do dwóch torfowisk z prawego brzegu Wisły, a mianowicie do Sphagnetum w Strudze od strony Radzymina i Sphagnetum między Aleksandrowem i Zagórzem (dokładniejszy ich opis będzie podany niżej), skąd pobierałam próby od maja do października, stale z tych samych miejsc, w odstępach mniej więcej dwutygodniowych. Na jedną próbę składał się osad, powstały z wyciśnięcia kilku pęków torfowców wyrwanych w kilku miejscach na niewielkiej przestrzeni, następne próbki zbierałam w ten sam sposób w odległości kilku metrów od poprzednich. W miejscach, gdzie były brane próbki, oznaczałam temperaturę wody termometrem wodnym oraz koncentrację jonów wodorowych wody, otrzymanej z wyciśnięcia mchów (w myśl rady p. dr. P. Allorge'a) przy pomocy wskaźników aparatu Bruyère'a.*) Kilkanaście próbek, które wykazały p_H większe od 4,4 oznaczyłam według wskaźników Zakładu Fizjologji Roślin U. W. Rezultaty tych pomiarów podaję na innem miejscu.

Miejsce i daty połowów oraz krótkie charakterystyki biotopów daje zestawienie.

Zebrany materjał konserwowałam w 3—4$^0/_0$ formalinie.

Przy oznaczaniu Desmidyj posługiwałam się dziełem W. et G. S. West'a „A monograph of the British Desmidiaceae" (**17**).

Poniżej podaję spis Desmidyj znalezionych przeze mnie w okolicach Warszawy.

* * *

Pracę niniejszą wykonałam w Zakładzie Systematyki i Geografji Roślin Uniwersytetu Warszawskiego pod kierownictwem Pana Profesora Dr. Bolesława Hryniewieckiego, któremu na tem miejscu pragnę złożyć najserdeczniejsze podziękowanie za cenne wskazówki i pomoc w pracy.

Dziękuję również P.P.: Adjunktowi Ogrodu Botanicznego Dr. Romanowi Kobendzy za wskazówki, dotyczące badanego przeze mnie terenu oraz Dr. Tadeuszowi Wiśniewskiemu za życzliwą pomoc w zbieraniu materjału i krytyczne przejrzenie pracy.

---

*) Necessaire colorimetrique pour l'appréciation rapide du p_H en zone acido-alcaline faible (4,4 — 8,4). Rhône — Poulenc, Paris.

KRÓTKI OPIS BADANYCH STANOWISK.

S t r u g a 1. Rów sphagnowy. Odznaczał się on wielką różnorodnością Desmidyj, które żyły pomiędzy zanurzonemi torfowcami.

16.V.29. 1 próbka z kilku miejsc rowu.

8.VIII.29. Poziom wody opadł dość znacznie; pobrano kilka próbek.

Z i e l o n k a 2. Sphagnetum położone zdala od jeziorka. Torfowce wynurzone, dość mokre. Pomiędzy wilgotnemi torfowcami przeważały tu zdecydowanie Okrzemki w towarzystwie Desmidyj nitkowatych, z których najliczniej występowała *Gymnozyga moniliformis.*

25.VII.29. Pobrano kilkanaście próbek.

K a r c z e w 3. Sphagnetum między Karczewem a Starym Otwockiem. To dość duże Sphagnetum dostarczyło mi niewielką ilość Desmidyj, przy licznie natomiast występujących Okrzemkach. Próbki pochodziły z wyciśniętych, dość wilgotnych torfowców.

11.VI.29. Torfowce wynurzone, wilgotne; 1 próbka z kilkunastu miejsc Sphagnetum.

16.VIII.29. Torfowce miejscami całkiem suche; 1 próbka z kilkudziesięciu połowów.

P u s z c z a K a m p i n o s k a 4. „Pineto-Sphagnetum, wyjątkowo dobrze jak na okolice Warszawy zachowane, rozłożyło się między Pociechą a Sierakowem... Torfowisko zajmuje około 1 km.² powierzchni... Panującym gatunkiem omawianego zespołu jest *Sphagnum cuspidatum*, inne torfowce trafiają się rzadziej. Prócz tego gatunkami charakterystycznemi są: *Andromeda calyculata*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccos quadripetala*". (K o b e n d z a (8)). Torfowisko to wyróżniało się ogólnem ubóstwem flory. Desmidyj było tu jeszcze mniej niż w poprzedniem torfowisku, prawdopodobnie naskutek zacienienia.

17.VII.29. Kilka próbek pobrano z tych miejsc Sphagnetum, w których torfowce były wynurzone, zupełnie mokre, zacienione sosną.

S t r u g a 5. „Torfowisko to posiada roślinność dość bogatą i nieduży stopień zatorfienia. *Sphagnum cymbifolium* pokrywa najmniej $^1/_2$ powierzchni badanej, *Sphagnum acutifolium* zaś jest dość liczne, ale bez większego stopnia pokry-

wania powierzchni badanej. Jest to torfowisko przejściowe". (Kleistówna (7) tabela XII).

Cały ten teren badany podzieliłam na dwie, reprezentujące odmienny typ siedliska, części: a) rów sphagnowy o torfowcach przeważnie zanurzonych i b) torfowisko o torfowcach przeważnie wynurzonych, wilgotnych, nasiąkniętych wodą. Do odrębnego typu siedliska zaliczam te miejsca Sphagnetum, w których torfowce były wprawdzie zanurzone w wodzie, ale jednocześnie zacienione kępą *Alnus glutinosa* (c).

10.V.31. Temp. pow. 15°C. a) torfowce zanurzone w wodzie o temp. 12°C; p_H = 5,6; 6,2. b) wynurzone torfowce Sphagnetum, temp. 32°C; p_H = 4,8; 5,1. c) torfowce zanurzone, zacienione; p_H = 5,2; 5,6.

31.V.31. Temp. pow. 30°C. a) temp. 16°C; p_H = 5,6, b) torfowce nawpół wilgotne, temp. 34°C; p_H = 4,3; 4,3; 4,8; 4,9. c) p_H = 4,4.

29.VI.31. Temp. pow. 31°C. a) temp. 32°C; p_H = 5,8; 5,8; 6,0. b) p_H = 4,8; 5,2. c) p_H = 4,8; 5,0.

10.VII.31. Temp. pow. 22°C. a) temp. 19°C; poziom wody opadł tak, że torfowce wynurzyły się ponad powierzchnię wody; p_H = 5,4; 5,5; 5,6; 5,8. b) torfowce wyschły zupełnie, tylko w pobliżu punktów a) były jeszcze trochę wilgotne; p_H = 4,4. c) p_H = 5,0.

2.VIII.31. Temp. pow. 24°C. a) woda w rowie wyschła prawie zupełnie; temp. 20°C; p_H = 5,4; 5,4; 5,4; 5,8. b) torfowce wyschły zupełnie, prób nie pobrano wcale. c) p_H = 5,6.

27.VIII.31. Temp. pow. 13°C. a) temp. 10°C; woda gdzieniegdzie pokrywa torfowce; p_H = 5,9; 6,4. b) torfowce nadal suche, prób nie pobrano. c) p_H = 4,9; 4,9.

28.IX.31. a) torfowce znów pokryte wodą całkowicie; p_H = 5,5; 5,5; 5,8; 5,9. b) torfowce o tyle wilgotne, że można było pobrać próby; p_H = 5,6. c) p_H = 5,5; 5,6.

25.X.31. a) p_H = 5,3; 5,3; 5,3; 5,6. b) p_H = 5,0. c) p_H = 4,8; 5,1.

Aleksandrów 6. Ten płat Sphagnetum położony jest w kotlinie śródwydmowej między Aleksandrowem i Zagórzem. „Roślinność tego torfowiska, uboga w gatunki, daje bardzo charakterystyczny obraz: wśród *Sphagnum recurvum*, tworzącem tu jednolite pokrycie, wyrasta licznie *Eriophorum vaginatum*, którego kępy wraz ze *Sphagnum* pokryte są *Oxycoccos quadripetala*. Nad temi roślinami górują nieco, niezbyt tu

zresztą liczne kępy *Ledum palustre*, rosnące przy *Pinus*, które, rozrzucone po Sphagnetum, mają wyraźnie karłowatą postać, osiągając najwyżej 2 m. wysokości. Woda stoi na powierzchni torfowiska wśród kęp *Eriophorum vaginatum*. Zatorfienie wynosi 40—50 cm. przy brzegu Sphagnetum; w dalszej części w pobliżu drzewek wynosi do 1 m." (Kleistówna (7). Sądząc z powyższego opisu można uważać to Sphagnetum za torfowisko wysokie.

14.V.31. a) wynurzone torfowce strefy brzeżnej; p_H = 4,6. b) torfowce zanurzone w wodzie; p_H = 4,1; 4,2; 4,2.

4.VI.31. Temp. pow. 16°C, a) p_H = 4,2; 4,3. b) temp. 17°C; p_H = 4,1; 4,1; 4,2. c) plankton, p_H = 4,0.

16.VII.31. Poziom wody opadł znacznie. a) p_H = 4,6; 4,6. b) p_H = 4,6. c) p_H = 4,6. Próbki pobrano z rowów po torfie: a′) p_H = 4,2. b′) p_H = 4,1; 4,1; 4,2. c′) p_H = 3,8.

18.IX.31. Tem. pow. 17°C. Poziom wody podniósł się znacznie. a) p_H = 4,4. b) temp. 15°C; p_H = 4,1; 4,2; 4,4; 4,4. c) p_H = 5,0. a′) p_H = 3,9; b′) p_H = 4,2; c′) p_H = 4,7.

SPIS DESMIDYJ.

SKRÓTY.

lg.	—	długość komórki
lat.	—	szerokość komórki
lat. ap.	—	szerokość końców szczytów komórki
lat. bas.	—	szerokość części podstawowej komórki
isthm.	—	isthmus, przesmyk
lat. lob. pol.	—	szerokość płatu szczytowego komórki
lg. sine spin.	—	długość komórki bez kolców
lg. c. spin.	—	długość komórki z kolcami
lat. c. spin.	—	szerokość komórki z kolcami
lg. spin.	—	długość kolca
T. w.	—	między torfowcami wynurzonemi (parmi les Sphaignes emergées)
T. z.	—	między torfowcami zanurzonemi (parmi les Sphaignes submergées)
V — X	—	miesiące (mois)
*	—	gatunek nowy dla okolic Warszawy (espèce signalée pour la premiére fois aux environs de Varsovie)

**	—	gatunek nowy dla Polski (espèce signalée pour la premiére fois en Pologne)
C	—	Cybulski
Ł	—	Łopott
K	—	Kozłowski

DESMIDIACEAE.

*1. *Spirotaenia condensata* Bréb. *Lg.* 214,2 μ, *lat.* 22,4 μ. Jedyny okaz. *T. z.*, Struga 1, *V.*

*2. *Mesotaenium de Greyi* Turn. *Lg.* 77,5—78 μ, *lat.* 20,1—20,5 μ. Rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V—VII*; *T. w.* (*VI*) i *T. z.* (*IX*) Aleksandrów 6.

*3. *Cylindrocystis Brébissonii* Menegh. *Lg.* 46—49,6 μ, *lat.* 16,5—18 μ. Rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V.*

**4. *C. crassa* de Bary. *Lg.* 25 μ, *lat.* 20 μ. B. rzadko. *T. w.*, Aleksandrów 6, *V* i *VI.*

5 *Netrium Digitus* (Ehrenb.) Itzigs et Rothe. *Lg.* 155—217 μ, *lat.* 40,3—62 μ. Pospolicie i licznie. *T. w.*, *T. z.*; Struga 1 i 5, Aleksandrów 3, Karczew 3; *V—X.* (*K.* sub *Penium lamellosum* Bréb., Miłosna).

*6. *N. interruptum* (Bréb.) Lütkem. *Lg.* 249,2μ, *lat.* 44,8μ. Jedyny okaz. *T. z.*, Struga 1, *V.*

*7. *Penium Libellula* (Focke) Nordst. *Lg.* 186,2 μ, *lat.* 36,4 μ. (W. et. G. S. West: *lg.* 230—356 μ). Bardzo rzadko *T. w.*, Karczew 3, *VIII.*

**8. *P. Libellula* (Focke) Nordst. var. *interruptum.* West et G. S. West. *Lg.* 123,2 μ, *lat.* 22,4 μ. Jedyny okaz *T. w.*, Karczew 3, *VIII.* Ryc. 52, fig. 6.

*9. *P. minutum* (Ralfs) Cleve. *Lg.* 146,2—151,9 μ, *lat.* 15—15,5 μ, *lat. ap.* 10—10,8 μ. B. rzadko. *T. w.* i *T. z.*, Aleksandrów 6, *VI, IX.*

10. *Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenb. *Lg.* 450,8μ, *lat.* 30,8 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V.* (*Ł.* — Marymont, Łazienki; K. — Otwock).

*11. *Cl. didymotocum* Corda. *Lg.* 346 μ, *lat.* 28 μ, *lat. ap.* 14 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. w.*, Karczew 3, *VIII.*

12. *Cl. gracile* Bréb. *Lg.* 185 μ, *lat.* 4 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V.* (*K.* — Otwock).

13. *Cl. lanceolatum* Kütz. *Lg.* 338,2μ, *lat.* 34,5μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V.* (*C.* — Łazienki, *Ł.* — Marymont).

14. *Cl. Lunula* (Müll.) Nitzsch. *Lg.* 504 μ, *lat.* 81,3 μ, *lat. ap.* 14 μ. Okazy spotykane przeze mnie posiadały końce bardziej zwężone od form podawanych przez W. et G. S. West'a. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1 i 5, *V.* (*Ł.* — rogatka Jerozolimska, *K.* — Otwock).

15. *Cl. moniliferum* (Bory) Ehrenb. *Lg.* 265μ, *lat.* 45,5μ, B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V.* (*C.* — Łazienki, *Ł.* — gatunek pospolity — Zacisze, Saska Kępa; *K.* — Wierzbno, Marymont).

16. *Cl. parvulum* Näg. *Lg.* 117μ, *lat.* 11,2μ, *lat. ap.* 2μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. w.*, Karczew 3, *VIII.* (*C.* — Łazienki, *Ł.* — rzadko — Zacisze, *K.* — Miłosna).

17. *Cl. rostratum* Ehrenb. *Lg.* 303,6—464,8μ, *lat.* 19,6—21μ, *lat. ap.* 2,8—3μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. z.*, Struga 5, *VI—X.*

18. *Cl. striolatum* Ehrenb. *Lg.* 258,8—381,3μ, *lat.* 30,1—37,2μ, *lat. ap.* 10—12,4μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII*; *T. z.*, mniej licznie — *T. w.*, Struga 5, *V—X.* (*K.* — Otwock).

*19. *Pleurotaenium Ehrenbergii* (Bréb.) De Bary. *Lg.* 401,4μ, *lat. bas.* 32,5μ, *lat. ap.* 20μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 5, *VIII, IX.*

20. *Pl. Trabecula* (Ehrenb.) Näg. *Lg.* 379—505,3μ, *lat. bas.* 20—26,3 μ, *lat. ap.* 12,4—20,1 μ. Okazy spotykane przeze mnie były naogół smuklejsze od form podawanych przez W. et G. S. West'a. Zarówno szerokość części podstawowej półkomórek, jak i szerokość wierzchołków posiadały wymiary mniejsze. Rzadko. *T. w.*, Karczew 3, *VI*; *T. z.*, Struga 5. *V—X.* (*Ł.* — Łazienki, Natolin rzadko). Ryc. 52 fig. 1.

**21. *Pl. truncatum* (Bréb.) Näg. var. *granulatum* West *Lg.* 386,4 μ, *lat. bas.* 47,6 μ, *lat. ap.* 29,4 μ. (W. et G. S. West; *lg.* 405—465 μ, *lat. max.* 54—67 μ). Jedyny okaz. *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII.*

*22. *Tetmemorus Brébissonii* (Menegh.) Ralfs. var. *minor* De Bary. *Lg.* 81,2 μ, *lat.* 21μ. B. rzadko. *T. w.*, Karczew 3, *VI.*

*23. *T. granulatus* (Bréb.) Ralfs. *Lg.* 155—177,8 μ, *lat.* 26,3—30,8 μ, *isthm.* 23,2—25,2 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1; *V, VI*; *T. w.*, Struga 5, *V, VI.*

*24. *T. laevis* (Kütz.) Ralfs. *Lg.* 90—124 μ, *lat.* 20,1—24,8 μ, *isthm.* 17—18,6 μ. D. pospolity. *T. w.*, Karczew 3, *VI.*

Tylko formy mniejsze. *T. z.*, *T. w.*, Struga 5, *V—VIII*; *T. w.*, *T. z.*, formy większe od 106 μ, Aleksandrów 6, *V—IX*.

*25. *T. minutus* De Bary. *Lg.* 64,4—66 μ, *lat.* 19,6—21,7 μ, *isthm.* 18,2—18,6 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. w.*, Struga 5, *V*.

**26. *Euastrum ampullaceum* Ralfs. *Lg.* 84 μ, *lat.* 50,4 μ, *isthm.* 11,2 μ. W okazach moich brak było dwóch napuchłości otaczających centrum półkomórek. B. rzadko. *T. w.*, Karczew 3, *VI*. Ryc. 52, fig 11.

27. *E. ansatum* Ralfs. var. *pyxidatum* Delp. *Lg.* 84—96 μ, *lat.* 42—51 μ, *isthm.* 9,8—12,4 μ. (W. et G. S. West, *max. lg.* 86 μ, *max. lat.* 42 μ). D. pospolita, *T. z.*, Struga 1, *VIII*; *T. z.*, *T. w.*, Struga 5, *V—IX*; *T. w.*, Karczew 3, *VIII*. (*C.* — sub *E. circulare* Hassal, Natolin).

*28. *E. bidentatum* Näg. *Lg.* 47,4—51 μ, *lat.* 26,6—34 μ; *isthm.* 5,6—9.3 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1 i 5, *V*, *VIII*.

*29. *E. binale* (Turp.) Ehrenb. *Lg.* 19,6—24,8 μ, *lat.* 12,6—20 μ, *isthm.* 4,6—6,2 μ. Najpospolitszy ze wszystkich znalezionych gatunków *Euastrum*, *T. w.*, *T. z.*; Struga 1 i 5, *V—X*; Aleksandrów 6, *V—IX*; Karczew 3, *VIII*.

*30. *E. Didelta* (Turp.) Ralfs. *Lg.* 136,4 μ, *lat.* 71,3 μ, *isthm.* 17 μ. Jedyny okaz. *T. w.*, Struga 5, *V*.

31. *E. elegans* (Bréb.) Kütz. *Lg.* 34 μ, *lat.* 20 μ, *isthm.* 6,5 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 5, *V*, *VIII*. (*K.* — *E. elegans* Bréb. β *medianum* Nordst., Miłosna).

*32. *E. humerosum* Ralfs. *Lg.* 106,4 μ, *lat.* 62,4 μ, *isthm.* 16,8 μ. B. rzadko. *T. w.*, Karczew 3, *VIII*.

*33. *E. insigne* Hass. *Lg.* 95,2 μ, *lat.* 56 μ, *lat. ap.* 25,2 μ, *isthm.* 11,2 μ. B. rzadko. *T. z.*, *T. w.*, Struga 1 i 5, *V*. Ryc. 52 fig. 13.

*34. *E. oblongum* (Bréb.) Ralfs. *Lg.* 134,3—167,4 μ, *lat.* 67,2—83,7 μ, *isthm.* 19,6—24,8 μ. (W. et G. S. West; *min. lg.* 144 μ, *min. lat.* 74 μ). D. pospolita. Licznie. *T. z.*, Struga 1, *VIII*; *T. z.*, *T. w.*, Struga 5, *V*, *VIII*. Ryc. 52, fig. 15.

*35. *E. pectinatum* Bréb. *Lg.* 63 μ, *lat.* 44,8 μ, *isthm.* 10,3 μ. Dwie bardzo szerokie napuchłości leżą wpoprzek szerszej części półkomórki, trzeciej napuchłości nie zaobserwowałam. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII*.

*36. *Micrasterias Crux-Melitensis* (Ehrenb.) Hass. *Lg.* 117,8 μ, *lat.* 108,5 μ, *lat. lob. pol.* 49,6 μ, *isthm.* 29,1 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 5, *VIII*.

37. *M. denticulata* Bréb. *Lg.* 260,4 μ, *lat.* 226,3 μ, *isthm.* 27,9 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 5, *V—IX* (*K.* — Otwock).

*38. *M. denticulata* Bréb. var. *angulosa* (Hantzsch). *Lg.* 243,6 μ, *lat.* 151,2 μ, *isthm.* 22,4 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII*; *T. z.*, Struga 5, *VI*, *VIII*, *IX*.

*39. *M. rotata* (Grev.) Ralfs. *Lg.* 242—279 μ, *lat.* 216—254 μ, *lat. lob. pol.* 43—62 μ, *isthm.* 28—34 μ. B. pospolity. *T. w.*, *T. z.*; Struga 1, Struga 5 — licznie zwłaszcza *T. z.*; Aleksandrów 6, Karczew 3; *V—X*.

*40. *M. truncata* (Corda) Bréb. *Lg.* 88—105 μ, *lat.* 80—93 μ, *lat. lob. pol.* 67—74 μ, *isthm.* 18—18,6 μ. B. pospolity. *T. w.*, *T. z.*; Struga 1 (Struga 5 *T. z.* dość licznie), Aleksandrów 6, Karczew 3; *V—X*. W Aleksandrowie (*T. z.*) znalazłam formy (Ryc. 52, fig. 14) o wymiarach *lg.* 96,1 — 99,2 μ *lat.* 89—89,5 μ, *lat. lob. pol.* 52,7—57,3 μ, *isthm.* 13—13,5 μ, łączące cechy *M. truncata* i *M. crenata* Breb., przytem do tego ostatniego zbliżały się przez to, że płaty boczne były podzielone na działki zaokrąglone, choć niektóre działki z kolei wykazywały dążność do rozdzielania się tak, jak jest to wyraźnie u *M. truncata*. W. et G. S. West zaznaczają (t. II, p. 86), że spotykali dużo form przejściowych między *M. crenata* i *M. truncata*. Wogóle *M. truncata* odznacza się wielką zmiennością form, którą zajmowało się już wielu algologów, między innemi w Polsce — Ryppowa (**15**).

41. *Cosmarium Botrytis* Menegh. *Lg.* 63,5 μ, *lat.* 61,5 μ, *isthm.* 18 μ. B. rzadko. *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII*. (*C.* — Saska Kępa, Natolin; *L.* — pospolity: Łazienki, Natolin, Zacisze; *K.* — Otwock).

*42. *C. caelatum* Ralfs. *Lg.* 46,5 μ, *lat.* 40,3 μ, *isthm.* 15,5 μ. B. rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V*.

*43. *C. contractum* Kirchn. *Lg.* 41,8—48 μ, *lat.* 24,8—29,4 μ, *isthm.* 4—4,6 μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, licznie, Aleksandrów 6, *V—IX*.

*44. *C. costatum* Nordst. *Lg.* 37 μ, *lat.* 29,4 μ, *isthm.* 12,4 μ. B. rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V*. Gatunek ten zaliczany jest do gatunków arktyczno-alpejskich. (W. et G. S. West t. III, p. 240, Allorge*).

---

*) Allorge P. Sur quelques groupements aquatiques et hydrotiques des Alpes du Briançonnais. Ver. Geobot. Inst. Rübel. III. 1925, p. 125.

*45. *C. Cucurbita* Bréb. *Lg.* 124,9 μ, *lat.* 62,3 μ, *isthm.* 52,7 μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V*, *IX*.

*46. *C. Lundellii* Delp. var. *ellipticum* West. *Lg.* 70 μ, *lat.* 54 μ., *isthm.* 18 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 5, *IX*; *T. z.*, Aleksandrów 6, *VI*, *IX*. (Wołoszyńska, (**18**) Mołczadź). Ryc. 52, fig. 12.

47. *C. margaritiferum* Menegh. *Lg.* 50,4 μ, *lat.* 42 μ, *isthm.* 9,8 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII*. (*C.* — sub. *C. tetraophtalmum* Bréb. — Łazienki; *Ł* — Powązki).

*48. *C. obliquum* Nordst. *Lg.* 29,4 μ, *lat.* 20,1 μ, *isthm.* 14 μ. B. rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V*. (Raciborski (**13**) — Dolina Nowotarska).

*49. *C. pygmaeum* Arch. *Lg.* 9,3—13,9 μ, *lat.* 9,3—13,9 μ, *isthm.* 3,1—4,6 μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V*—*IX*.

*50. *C. pyramidatum* Bréb. *Lg.* 77,5—80,6 μ, *lat.* 48—49,6 μ, *isthm.* 15,5—16,5 μ. Delikatna punktacja obrzeża półkomórki. Na rysunkach W. et. G. S. West'a (II, tab. LXIV, f. 5,6) punktacja ta jest tylko miejscowa. B. rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V*.

51. *C. quadratum* Ralfs. *Lg.* 77 μ, *lat.* 52 μ, *isthm.* 28 μ. (W. et G. S. West: *max. lg.* 64 μ, *max. lat.* 37 μ, *isthm.* 23 μ). B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII* (*K.* — *C. quadratum* Ralfs *c. minus Grun*).

*52. *Xanthidium aculeatum* Ehrenb. *Lg. sine spin.* 60,3 μ, *lat sine spin.* 47,6 μ, *lg. c. spin.* 70 μ, *lat. c. spin.* 64,4 μ, *isthm.* 14 μ. B. rzadko. *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII*. (Eichler (**3**) — okolice Międzyrzeca; Borzęcki (**1** — okolice Lwowa).

*53. *X. antilopaeum* Ehrenb. *Lg. sine spin.* 53,2—67,2 μ, *lat. sine spin.* 60,3—63,1 μ, *lat. c. spin.* 70—76,8 μ, *isthm.* 16,8—17 μ. Rzadko. *T. w.*, pojedyńczo, Puszcza Kampinoska 4, *VII*; *T. w.*, *T. z.*, b. licznie, Aleksandrów 6, *V*—*IX*.

*54. *X. armatum* (Bréb.) Rab. *Lg. c. spin.* 112—142 μ, *lat. c. spin.* 72—93 μ, *isthm.* 38—41,8 μ. Rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Struga 5, *V*, *VII*—*IX*; *T. w.*, Karczew 3.

*55. *X. concinnum* Arch. *Lg. sine spin.* 9—9,3 μ, *lat. sine spin.* 9,3—10,8 μ, *isthm.* 3—3,1 μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V*—*IX*.

*56. *Arthrodesmus Bulnheimii* Racib. *Lg. sine spin.* 30,8 μ, *lat. sine spin.* 28 μ, *isthm.* 8,4 μ, *lg. spin.* 16,8 μ. Jedyny okaz, *T. z.*, Struga 1, *V*. (Raciborski (**12** i **14**) — okolice Krakowa, Eichler (**3** i **5**) — okolice Międzyrzeca).

*57. *A. convergens* Ehrenb. *Lg.* 35 μ, *lat. sine spin.* 44,8 μ, *lg. spin.* 10,2 μ. Jedyny okaz. *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII.*

*58. *A. Incus* (Bréb.) Hass. *Lg. sine spin.* 19,9 μ, *lat. sine spin.* 16,8 μ, *lg. spin.* 11,2 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. w.*, *T. z.*, Aleksàndrów 6, *V—IX.*

*59. *A. octocornis* Ehrenb. *Lg. c. spin* 30,8—34,1 μ, *lat. c. spin.* 29—31μ, *isthm.* 5,6 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V, VI.*

*60. *Staurastrum brachiatum* Ralfs. *Lg.* 13,9 — 18,6 μ, *lat.* 15,5—16 μ, *isthm.* 6,2 — 7,7 μ. B. rzadko. *T. z.*, Aleksandrów 6, *IX.*

61. *S. connatum* (Lund.) Roy et Biss. *Lg. c. spin.* 19,6 μ, *lat. c. spin.* 16,8 μ, *isthm.* 8,4 μ. Jedyny okaz, *T. z.*, Struga 1, *V* (*K.* — okolice Warszawy).

62. S. *dilatatum* Ehrenb. *Lg.* 26,6 μ, *lat.* 29,4 μ, *isthm.* 14,8 μ. W widoku górnym czterokątny. B. rzadko. *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII.* (*L.* — rzadko, Natolin; *K.* — forma *c. tricorne:* Miłosna).

*63. *S. furcatum* (Ehrenb.) Bréb. *Lg. sine spin.* 23 — 29,4 μ, *lat. sine spin.* 23,5 — 27,9 μ *isthm.* 8,4 — 9 μ. *T. z.* Struga 5, *VIII, IX*; *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VI.*

64. *S. gracile* Ralfs. *Lg. c. proc.* 24,8 — 52,7 μ, *lat. c. proc.* 37,2 — 44,9μ, *isthm.* 8 — 9,3 μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V—IX.* (*K.* — Otwock, Miłosna).

*65. *S. inconspicuum* Nordst. *Lg. c. proc.* = *lat. c. proc.* 14 μ. B. rzadko. *T. w.*, Karczew 4, *VIII.*

66. *S. margaritaceum* (Ehrenb.) Mengh. *Lg* 24,8 — 26,3 μ, *lat. c. proc.* 18,6 — 26,3 μ. Przeważały formy czterokątne, znalazłam również formę trójkątną, rzadszą od poprzednich. Rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V, VI*; *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V—IX.* (*K.* — f. *pentagona*, Miłosna).

*67. *S. monticulosum* Bréb. *Lg. sine spin.* 39,2 μ, *lat. sine spin.* 28 μ *isthm.* 14 μ. (W. et G. S. West: *min. lat.* 35 μ.) Jedyny okaz, *T. w.*, Puszcza Kampinoska 4, *VII.* (Eichler (3) — okolice Międzyrzeca).

**68. *S. monticulosum* var *pulchrum* W. et G. S. West. *Lg. sine spin.* 26,3 — 27,9 μ, *lat. sine spin.* 24,8 — 27,9 μ, *lg. c. spin.* 31 — 34 μ *lat. c. spin.* 32,5 — 38,7 μ, *isthm.* 9 — 9,3 μ. (W. et G. S. West: *lg. sine spin.* 23 μ, *lg. c. spin* 29 μ, *lat. sine spin.* 21 μ, *lat. c. spin.* 28 μ, *isthm.* 8 μ.), W porównaniu

z rysunkiem (t. IV, pl. CLIV, f. 12) naroża moich okazów posiadały końce wysmuklejsze i dłuższe. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, pospolicie, Aleksandrów 6, *V*—*IX*. (Odmiana ta, notowana przez W. et G. S. West'a w Irlandji, jest, jak się zdaje, dosyć rzadka). Ryc. 52 fig. 4—5.

*69. S. *O'Mearii* Arch. *Lg. sine spin.* 20—21,7μ, *lat. sine spin.* 15,5—20μ, *isthm.* 5,2—7,7μ, *lg. spin.* 9,3—10,5μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *V*—*IX*. (Eichler (**4**) sub *Arthrodesmus Incus* Hass. β *intermedium* Wittr. okolice Międzyrzeca).

**70. *S. orbiculare* Ralfs var. *depressum* Roy et Biss. *Lg.* 29,4μ, *lat.* 26,3μ, *isthm.* 6,2μ. B. rzadko. *T. w.*, Struga 5, *V*, *VII*. Ryc. 52, fig. 9—10.

71. *S. oxyacanthum* Arch. *Lg.* 28μ, *lat. c. proc.* 38,5μ, *isthm.* 9,5μ. W porównaniu z rysunkiem W. et G. S. West'a (t. V, pl. CXLIII f. 19a), wypustki w moim okazie były bardziej pochylone ku sobie, tworząc prawie, że zamkniętą zatokę. Jedyny okaz. *T. z.*, Struga 5, *V*. (Eichler (4**) — okolice Międzyrzeca; Gutwiński (**6**) — okolice Lwowa).

**72. *S. quadrispinatum* Turn. *Lg. sine spin.* 50,4μ, *lat. sine spin.* 39,2μ, *isthm.* 16,8μ, *lg. spin.* 14μ. (W. et G. S. West, *lg. sine spin.* 33—39μ, *lat. sine spin.* 26—30,5μ, *isthm.* 8—10,5μ, *lg. spin.* 10μ. Okaz mój posiadał wierzchołki zaokrąglone, wypukłe. Jedyny okaz. *T. z.*, Struga 1, *V*. (Gatunek znany ze Stanów Zjednoczonych, a notowany przez W. et. G. S. West'a w Walji). Ryc. 52, fig. 2—3.

**73. *S. sexcostatum* Bréb. var. *productum* West. *Lg.* 36,4μ, *lat.* 36,8μ, *isthm.* 16μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1 i 5, *V*, *VIII*. Ryc. 52, fig. 7—8.

*74. *S. spongiosum* Bréb. *Lg.* 56μ, *lat.* 47,6μ, *isthm.* 11,2μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *VIII*.

*75. *S. teliferum* Ralfs. *Lg. sine spin.* 32,5—46,5μ, *lat. sine spin.* 29,4—37,2μ *lg. c. spin.* 45—55,8μ, *tat. c. spin.* 37,2—49,6μ. B. rzadko. *T. w.*, *T. z.*, Struga *V*, *VIII*.

*76. *S. turgescens* De Not. *Lg.* 41,8—48μ, *lat.* 40—40,3μ, *isthm.* 12,4—12,6μ. (W. et G. S. West: *max lg.* 38,5μ: *max. lat.* 32,5μ, *isthm.* 12μ). B. rzadko. *T. w.* *T. z.*, Struga 5, *V*, *VIII*.

*77. *S. vestitum* Ralfs. *Lg.* 34,2—39,2μ, *lat. c. proc.* 70—72,8, μ, *isthm.* 12—16,8μ. (W. et G. S. West: *isthm. około* 9μ). B. rzadko. *T. z.* Struga 1, *V*.

*78. *Sphaerozosma excavatum* Ralfs. *Lg.* 8,4 μ, *lat.* 9,8 μ, *isthm.* 4,7 μ. B. rzadko. *T. w.*, Zielonka 2, *VII.*

*79. *Spondylosium pulchellum* Arch. *Lg.* 14 μ, *lat.* 12,4 μ, *lat. ap.* 7,7 μ, *isthm.* 3,1 μ. Rzadko *T. w.*, Zielonka 2, *VII*; *T. w.*, *T. z.*, Aleksandrów 6, *IX.*

*80. *Hyalotheca dissiliens* (Sm.) Bréb. *Lg.* 13 μ, *lat. około* 20 μ. Pospolita. *T. w.*, *T. z.*; Struga 1, rzadziej w *T. w.*, *V — X*, Zielonka 2, *VII*; Karczew 3, *VI*: Aleksandrów 6, *VI.*

*81. *H. mucosa* (Mert.) Ehrenb. *Lg.* 14 — 18 μ, *lat.* 14 — 16,8 μ. B. rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V.*

*82. *Desmidium Swartzii* Ag. *Lg. około* 15,5 μ *lat. około* 36,5 μ. Rzadko. *T. z.*, Struga 1, *V*; *T. z.* Struga 5, *VII — IX*;

*83. *Gymnozyga moniliformis* Ehrenb. *Lg.* 20—20,2 μ, *lat.* 16,8 — 21 μ. Pospolita. *T. w.*, *T. z.*; Struga 1, Zielonka 2, Karczew 3, Aleksandrów 6; *V — IX.*

Ogółem znalazłam 83 Desmidje, z których 18 podanych było dla okolic Warszawy przez Cybulskiego (**2**), Łopotta (**10**) i Kozłowskiego (**9**). Wynika z tego, że podaję 65 gatunków nowych dla okolic Warszawy.

Nie znalazłam natomiast następujących Desmidyj, notowanych przez moich poprzedników:

1) *Gonatozygon Kinahami* Rabenh. (*K.* — Otwock),

2) *Penium crassiusculum* De Bary (*C.* — O. Botaniczny, tabl. VIII, f. 22).

3) *Closterium Dianae* Ehrenb. (*K.* — Otwock),

4) „ *lanceolatum* (*C.* — Łazienki; *Ł.* — rogatka Marymoncka),

5) *Closterium lineatum* Ehrenb. (*Ł.*—Łazienki, Natolin),

6) *Pleurotaenium baculum* (Bréb.) De Bary = *Docidium Baculum* Bréb. (*K.* — Miłosna).

7) *Euastrum dubium* Näg. (*K.* — Miłosna),

8) „ *gemmatum* Bréb. (*Ł.* — Natolin),

9) „ *verrucosum* Ehrenb. (*K.* — Miłosna),

10) *Micrasterias Crus Melitensis* Ralfs = *M. radiata* Hass. (*K.* — Otwock),

11) *Cosmarium bioculatum* Bréb. (*Ł.* — Natolin),

12) *Calocylindrus connatus* Bréb. = *Cosmarium connatum* Bréb. (*Ł.* — Natolin),

13) *Cosmarium crenatum* Ralfs (*K.* — Czerniaków),

14) „ *crenulatum* Näg. (*K.* — Glinianki),

15) „ *granatum* Bréb. var. *minor* (*K.*—Glinianki),

16) „ *Meneghinii* Bréb. (*Ł.*—Saska Kępa; *K.*—Miłosna, Wierzbno),

17) *Cosmarium polygonum* Näg. (*K.* — Glinianki),

18) „ *Raciborskii* (*K.* — Glinianki),

19) „ *rectangulare* Grun. (*K.* — Miłosna),

20) „ *reniforme* Ralfs. (*K.* — Miłosna),

21) „ *tinctum* Ralfs. f. *intermedia* Nordst, (*K.* — Miłosna),

22) *Staurastrum dejectum* Bréb. var. *depressum* (*K.* — Miłosna),

23) „ *muticum* Bréb. (*K.* — Miłosna),

24) „ *punctulatum* Bréb. (*K.* — Otwock, Miłosna),

Pragnę jeszcze tutaj zaznaczyć, że 8 Desmidyj podanych przeze mnie jest nowych dla Polski, a mianowicie:

1) *Cylindrocystis crassa*,

2) *Penium Libellula* var. *interrumptum*,

3) *Pleurotaenium truncatum* var. *granulatum*,

4) *Euastrum ampullaceum*,

5) *Staurastrum quadrispinatum*,

6) „ *monticulosum* var. *pulchrum*,

7) „ *orbiculare* var. *depressum*,

8) „ *sexcostatum* var. *productum*.

Znane zaś z rzadszego rozmieszczenia na ziemiach Polski są gatunki podane przeze mnie:

1) *Cosmarium Lundellii* var. *ellipticum*,

2) „ *obliquum*,

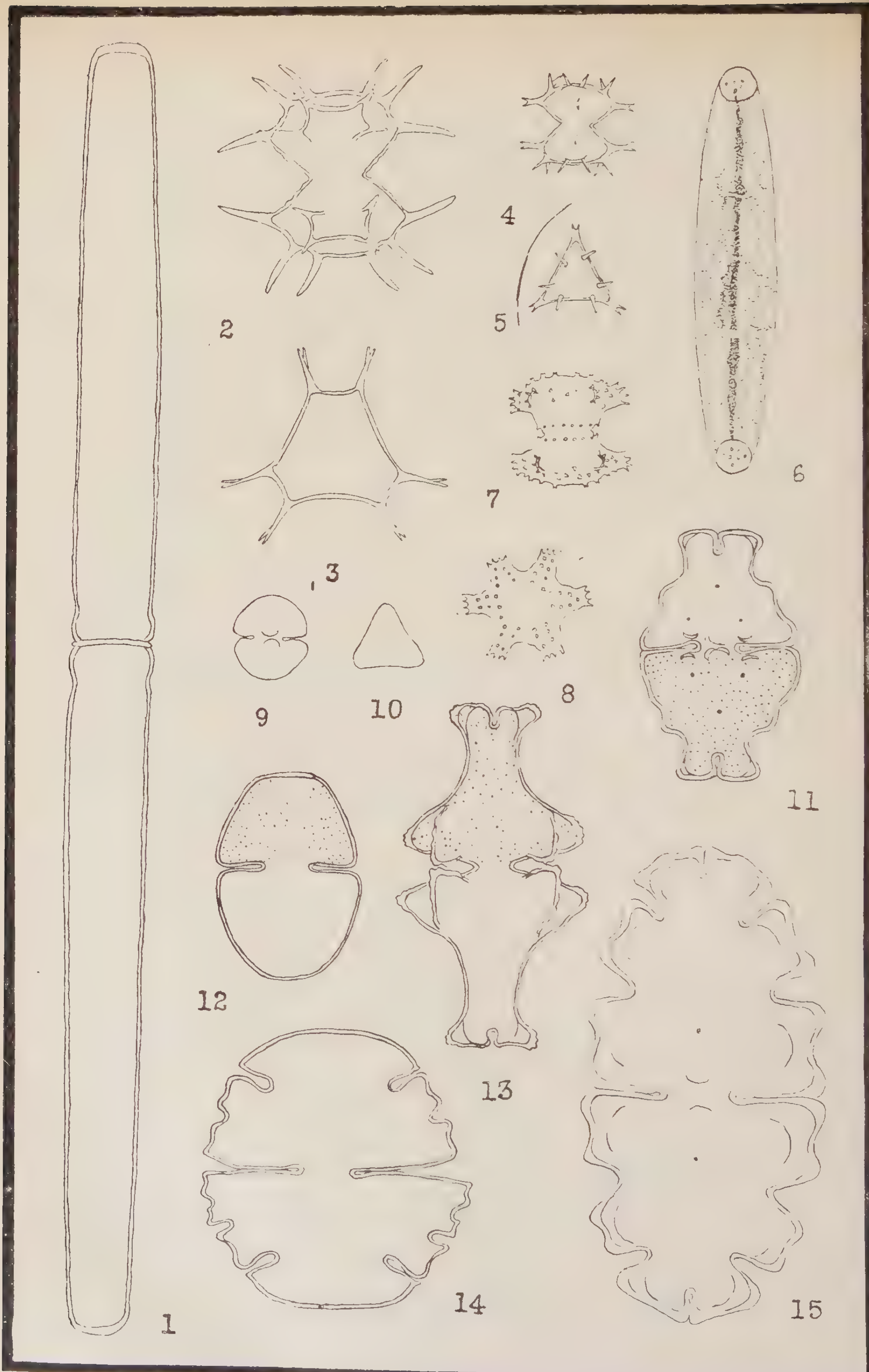
3) *Xanthidium aculeatum*,

4) *Arthrodesmus Bulnheimii*,

5) *Staurastrum monticulosum*,

6) „ *O'Mearii*,

7) „ *oxyacanthum*.



Ryc. 52.

OBJAŚNIENIE DO TABLICY NA RYC. 52. — LEGENDE.

Rysunki zostały wykonane przy pomocy pryzmatu rysunkowego Zeiss'a, powiększenie około 400 razy. (Les dessins ont été executés à l'aide du prismate de Zeiss. Agrandissement ca 400 ×).

1 Pleurotaenium Trabecula (Ehrenb) Näg.
2—3 Staurastrum quadrispinatum Turn. (Rysunek wykonany bez pomocy aparatu rysunkowego). (Le dessin executé sans l'aide de l'appareil).
4—5 Staurastrum monticulosum Breb. var. pulchrum W. et G. S. West.
6 Penium Libellula (Focke) Nordst. var. interruptum W. et G. S. West.
7—8 Staurastrum sexcostatum Breb. var. productum West.
9—10 „ orbiculare Ralfs. var. depressum Roy et Biss.
11 Euastrum ampullaceum Ralfs.
12 Cosmarium Lundellii Delp. var. ellipticum West.
13 Euastrum insigne Hass.
14 Micrasterias truncata (Corda) Breb.
15 Euastrum oblongum (Grev) Ralfs.

SPIS LITERATURY

1. Borzęcki K. Przyczynek do znajomości Desmidjów okolic Lwowa. Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie, S. III, t. 19, 1920.

2. Cybulski K. Materyjały do flory algologicznej okolic Warszawy, Pam. Fiz., t. III, Warszawa 1883.

3. Eichler B. Spis Desmidyj zebranych w okolicy Międzyrzeca, Pam. Fiz. t, X, Warszawa, 1890.

4. Eichler B. Materyały do flory wodorostów okolic Międzyrzeca, Ibid., t. XIII, 1893.

5. Eichler B. Materyały do flory wodorostów okolic Międzyrzeca, Ibid., t. XVI, 1894.

6. Gutwiński R. Flora glonów okolic Lwowa (Flora algarum agri Leopoliensis), Sprawozd. Kom. Fizjog. Akad. Um. w Krakowie, t. XXVII, 1892.

7. Kleistówna K. Badania nad zespołami roślinności torfowisk obszaru wydmowego prawego brzegu Wisły pod Warszawą, Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie, t. LXIX, 1929.

8. Kobendza R. Stosunki fitosocjologiczne w puszczy Kampinoskiej. Planta Polonica, t. II, Warszawa, 1930.

9. Kozłowski W. Przyczynek do flory wodorostów okolic Warszawy. Pam. Fiz., t. XIII, Warszawa. 1895.

10. Łopott W. Materyjały do flory algologicznej okolic Warszawy. Pam. Fiz., t. IV, Warszawa, 1884.

11. Mickiewicz L. O kariokineticzeskom dielenji jader u Spirogyra. Warsz. Uniwers. Izwiestja, t. V, 1897.

12. Raciborski M. Desmidje okolic Krakowa. Sprawozd. Kom. Fizjogr. Akad. Um. t. XIX, Kraków, 1885.

13. R a c i b o r s k i M. Materyjały do flory glonów Polski. Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. t. XXIII, Kraków, 1888,

14. R a c i b o r s k i M. Desmidyje nowe. Pam. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Um. t. XVII, t. 1—3, Kraków, 1889.

15. R y p p o w a H. Glony jeziorek torfowcowych t.zw. Sucharów w okolicach Wigier, Arch. Hydrob. i Ryb., t. II, 1927.

16. S ł ó s a r s k i A. O przyczynie ,zieloności wody w sadzawce Ogrodu Saskiego. Wszechświat, t. XV, 1896.

17. W e s t W. a. W e s t G. S. A Monograph of the British Desmidiaceae, I—V. 1904—1923.

18. W o ł o s z y ń s k a J. II-gi przyczynek do znajomości glonów Litwy. Rozpr. i Wiadom. z Muzeum im. Dzieduszyckich, t. V—VI, Lwów, 1919/20.

RÉSUMÉ.

Les recoltes étudiées dans ce travail proviennent de cinq tourbières à Sphaignes situées dans les environs les plus proches de Varsovie: 1) Sphagnetum à Struga au pied de la dune (Struga 5). J'ai distingué ici les stations suivantes: a) les Sphaignes submergées; b) les Sphaignes emergées, humides; c) les Sphaignes submergées et ombragées. 2) Sphagnetum dans une dépression entourée des dunes entre Aleksandrów et Zagórze (Aleksandrów 6). J'ai observé que des algues forment des associations différentes selon le milieu que constituent les sphaignes: a) les algues emergées; b) les algues innondées; c) les algues flottant librement dans l'eau. 3) Sphagnetum entre Karczew et Stary Otwock dont les sphaignes emergées étaient plus ou moins humides. (Karczew 3). 4) Sphagnetum à Zielonka répandu du côté de Struga aux sphaignes emergées. (Zielonka 2). 5) „Pineto-Sphagnetum le plus grand de ceux de la forêt de Kampinos" (**8**). La recolte provient de la station où les sphaignes étaient emergées, tout à fait humides, ombragées par des Pins. (Puszcza Kampinoska 4).

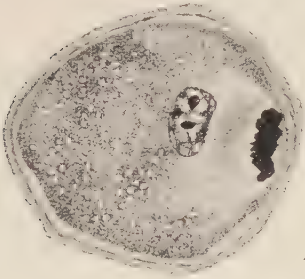
Les premiers travaux algologiques ont été publiés en 1883 par K. C y b u l s k i (**2**), en 1884 par W. L o p o t t (**10**) et en 1895 par M. K o z ł o w s k i (**9**); en somme ils ont signalé 42 espèces de Desmidiées trouvées aux environs de Varsovie.

Dans le présent travail je signale 83 espèces avec des variations dont 65 espèces sont signalées pour la première

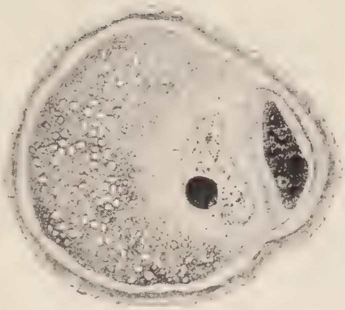
fois aux environs de Varsovie (8 — n'ont pas encore été signalées en Pologne — ces espèces sont marquées par deux astérisques, les 7 autres espèces n'ont été jusqu'à ce moment trouvées que très rarement en Pologne).

Je dois remarquer que quelques individus présentaient les différences plus ou moins considérables du type quand il s'agit des dimensions ou de la taille (d'après les descriptions chez W. et G. S. West). Voilà quelques espéces:

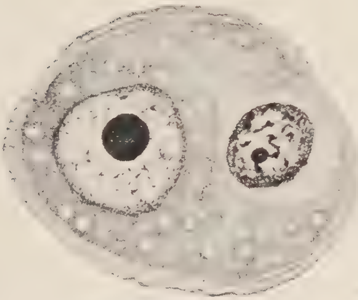
Pleurotaenium Trabecula (Fig. 52, fig. 1).
Euastrum ampullaceum (Fig. 52, fig. 11).
Micrasterias truncata (Fig. 52, fig. 14).
Staurastrum monticulosum var. *pulchrum* (Fig. 52, fig. 4—5).
„ *quadrispinatum* (Fig. 52, fig. 2 — 3).



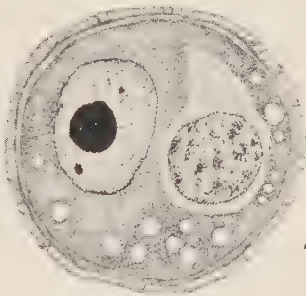
1



2



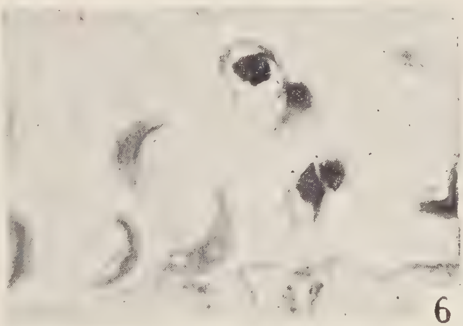
3



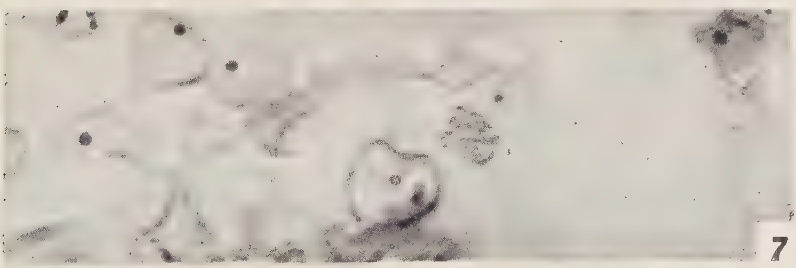
4



5



6



7

Z. Gołaszewska

WŁADYSŁAW A. BECKER

z Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warsz.

(wpłynęło 20.III 1934)

BADANIA EKSPERYMENTALNE NAD BARWIENIEM ZA ŻYCIA DZIELĄCYCH SIĘ KOMÓREK. III. DALSZE STUDJA NAD CYTOKINEZĄ.

(Experimentalle Untersuchungen über die Vitalfärbung sich teilender Zellen. III Mitt. Weitere Studien über Zytokinese).

I. WSTĘP.

Postępy, jakie poczyniła cytologja lat ostatnich w dziedzinie badań witalnych nad protoplasmą i jej życiowemi funkcjami, związane są ściśle z postępem odpowiednich metod badawczych. Cały szereg zagadnień, dotyczących struktury lub czynności protoplastu, zostało rozwiązanych lub chociaż należycie postawionych jedynie dzięki temu, że znaleziono środki do eksperymentalnej analizy komórki.

W szeregu metod, pomocnych przy badaniach nad witalnemi strukturami protoplasmy, niepoślednie miejsce zajmuje metoda barwienia za życia. Celem szeregu dotychczasowych moich prac było zbadanie, jak dalece metoda ta da się zastosować do badań nad zjawiskami podziału jądra i cytoplasmy komórki roślinnej. Opracowanie pewnych grup barwików witalnych uprawnia mię — jak sądzę — do zajęcia określonego stanowiska w kwestji podziału cytoplasmy zapomocą tworzenia t. zw. fragmoplastu i przegrody pierwotnej. W obecnej pracy pragnę dać ogólne zestawienie otrzymanych w tym kie-

runku wyników, sądząc, że — być może — przyczynią się one do rozwiązania niektórych ze spornych jeszcze dotychczas zagadnień.

Rozpoznany przez Strasburgera w roku 1875 utwór o nitkowatej budowie, któremu później Errera (1888) nadał nazwę fragmoplastu („Wandbildner", str. 397, 1888), wytwarza w swej równikowej części szereg elementów, będących pierwszym zawiązkiem błony podziałowej (Zellplatte, wdłg. Strasburgera, 1875, przegroda pierwotna). Dokoła mechanizmu tych zjawisk rozwinęła się dyskusja, trwająca dotychczas jeszcze i — pomijając przyczynowy punkt widzenia na cytokinezę—dająca się sprowadzić do paru zasadniczych kwestyj: do kwestji pochodzenia i natury substancyj, biorących udział w tem zjawisku i do kwestji struktury, wzgl. struktur, przejawiających się w tych procesach. Z tych też punktów widzenia rozpatrywano cytokinezę w szeregu dotychczasowych prac cytologicznych, przyczem w żadnym zasadniczym punkcie cytologowie nie doszli jeszcze do uzgodnienia swych poglądów. W następnych rozdziałach omówimy kolejno te najważniejsze zagadnienia cytodjerezy, opierając się głównie na wynikach prac nad witalnem barwieniem dzielących się komórek.

Memu najlepszemu Nauczycielowi i Kierownikowi, Panu Profesorowi Zygmuntowi Wóycickiemu, któremu zawdzięczam inicjatywę tej pracy i światłe nią kierownictwo, pragnę złożyć tą drogą najserdeczniejsze moje podziękowanie. Składam również wyrazy głębokiej wdzięczności Panu Profesorowi Kazimierzowi Bassalikowi, Kierownikowi Zakładu Fizjologji Roślin U. W., za tak życzliwą i wielokrotnie okazywaną mi pomoc.

Miło mi wreszcie podziękować Panu Doc. Dr. F. X. Skupieńskiemu za wskazówki i rady przy zakładaniu kultur na barwnych pożywkach.

II. POCHODZENIE I NATURA SUBSTANCYJ FRAGMOPLASTU I T. ZW. PRZEGRODY PIERWOTNEJ.

Przeglądając obszerną morfologiczną literaturę, dotyczącą zagadnienia cytodjerezy drogą tworzenia fragmoplastu i t. zw. przegrody pierwotnej, możemy sobie wyrobić pogląd, że zagadnienie pochodzenia i natury wymienionych struktur dałoby się ująć w ramy trzech poglądów. Dla jednej grupy autorów

są to substancje cytoplasmatyczne, dla drugiej jądrowe, trzecia zaś grupa, zajmując stanowisko pośrednie, przyjmuje, że fragmoplast poczyna się tworzyć z substancji jądrowej, następnie jednak wzrasta i na koszt cytoplasmy. Zanim przejdziemy do krótkiego przedstawienia tych poszczególnych poglądów, musimy się zastrzec, że podział powyższy i rozróżnienie morfologiczne substancyj jądrowych i cytoplasmatycznych dokonały się stopniowo i z czasem już po odkryciu Strasburgera. Do skrystalizowania się tych pojęć przyczyniły się bezwątpienia badania nad pochodzeniem i strukturami wrzecion meta- i anafazowych, tudzież okapów i figur centrosomalnych *. Pierwszym autorem, który zagadnienie pochodzenia i natury substancyj fragmoplastu w ten właśnie sposób wyraźnie postawił, był dopiero Lundegardh (1912). W pracach starszych natomiast dyskutuje się i omawia takie zjawiska, jak np. powstawanie wrzeciona cytokinezy z plasmy „ziarnistej" lub z nieziarnistej, jak istnienie specjalnej substancji „kinoplasmatycznej" i t. p. Poszczególne poglądy z tych czasów dzisiaj pozwalamy sobie interpretować z punktu widzenia postawionego przez Lundegardha i zaliczamy je do pierwszej, drugiej, lub trzeciej z wyżej wymienionych grup.

Pogląd o ściśle cytoplasmatycznem pochodzeniu substancji fragmoplastu wypowiedziany był i utrzymany w kategorycznej formie przez Bertholda (1886), a oparty częściowo na wcześniejszych pracach Hansteina (1879) i Schmitza (1879). Poglądowi temu hołdował w niektórych swych pracach i Wiesner (1890 i 1898).

Według opisu, podanego przez Bertholda „biconvexe Masse" t. j. wrzeciono cytokinezy nigdy nie jest bezpośrednio złączone z jądrami, gdyż powstaje z ziarnistej protoplasmy, jaka wkracza po podziale pomiędzy jądra pochodne. Włókna wrzeciona anafazowego, które Berthold uważa za części chromosomów, zanikają na długo przed wytworzeniem się fragmoplastu. Podobną zupełnie myśl znajdujemy i u Schmitza; Hanstein zaś przyjmuje taki sposób powstawania fragmoplastów przynajmniej dla niektórych wypadków. W dwu późniejszych wydaniach książki Wiesnera (1890, 1898) jest

---

*) Prace Allena, Belajewa, Berghsa, Carnoy, Chamberlaina, Davisa, Digby, Farmera, Flemminga, Grégoira, Nemeca.

również mowa o wkraczaniu ziarnistej protoplasmy pomiędzy jądra pochodne. Z protoplasmy tej wykształca się następnie „hautartig und homogen erscheinendes Protoplasmagebilde”, wytwarzający błonę komórkową.

Dla innej grupy autorów substancja wrzeciona cytokinetycznego jest pochodzenia jądrowego. Pogląd ten wyrażony był ściśle w pracy Zachariasa (1888), uważającego fragmoplast za „Mutterkernrest” *). Do tej grupy możnaby również zaliczyć niektóre koncepcje Guignarda (1885), Wenta (1887) i Timberlake (1900), opisujących ścisłą łączność pomiędzy fragmoplastem i jądrami, oraz spływanie ciał błonotwórczych wzdłuż nitek fragmoplastu od jąder w kierunku równika komórki (patrz także prace Strasburgera, 1884 i 1888, Yamahy, 1920, Robynsa, 1924—1926, Piecha, 1927, 1928, Dembowskiego i Ziegenspecka, 1929, Dembowskiego, 1930). W ostatnich czasach pogląd ten zyskał zwolenników w osobach Robynsa (1924—1929) i Jungersa (1931). Cytologowie ci przyjmują istnienie specjalnej „substancji wrzecionowej”, której pewnem morfologicznem zróżnicowaniem jest z jednej strony wrzeciono karjokinezy, z drugiej zaś wrzeciono cytokinezy. Substancja ta, pozostając narazie połączoną z jądrami, w postaci wrzeciona anafazowego następnie odrywa się od nich, ulega skróceniu, rozszerzając się jednocześnie w płaszczyźnie równikowej komórki, aż do zajęcia całego jej przekroju **). Jungers, stojąc całkowicie

*) Przegroda pierwotna powstaje jednak przez wtargnięcie substancyj cytoplasmatycznych na teren takiego wrzeciona (Zacharias, 1888, szp. 56).

**) Mechanizm tych zjawisk tłumaczył Chodat (1920) uciskiem na fragmoplast wakuol, tworzących się w odpowiednich miejscach cytoplasmy. Już w roku 1906 wypowiedział Chodat hipotezę, że system, zwany wrzecionem, ogranicza wakuolę — w danym wypadku wakuolę fragmoplastu — i że wakuola ta drogą autoregulacji osmotycznej może przyjmować różną postać. Współdziałają w tem wakuole cytoplasmatyczne, leżące w pobliżu biegunów komórki. Nici, tworzące fragmoplast, przebiegają, wdłg. Chodat, tylko na powierzchni tego utworu, pozostając w stanie pewnego napięcia, całe zaś soczewkowate ciało fragmoplastu wypełnione jest jednorodną cieczą, osmotycznie czynną i przeznaczoną do wytworzenia błony komórkowej. Stopniowy wzrost wszerz wrzeciona Chodat stanowczo odrzuca, przyjmując tylko zmiany jego postaci. Poglądy wyrażone w roku 1906, podał autor raz jeszcze w r. 1920. Oprócz małej wzmianki w podręczniku Tischlera (1921/22), przeszły one jednak bez echa. Godzi się zaznaczyć, że Robyns, przedstawiając wyżej podane swoje poglądy, prac Chodat wcale nie cytuje.

na gruncie tezy Robynsa, przyjmuje nawet — dla wytłumaczenia zjawisk pojawiania się wrzecion wtórnych w bielmach — że substancja wrzecionowa zdolna jest przetrwać w cytoplasmie od czasu poprzedniego podziału.

Trzecia nakoniec, bez porównania liczniejsza grupa autorów uważa, że fragmoplast, pochodząc narazie bezpośrednio z wrzeciona anafazy (a więc z soku jądrowego), może następnie rozwijać się i z cytoplasmy. Myśl tę znajdujemy w pierwszem już wydaniu książki Strasburgera (1875), jest ona również i w wydaniach dalszych 1876, 1880). Podobnie przedstawione jest zagadnienie w pracach Treuba (1878), Wiesnera (1881 i 1885), Nemeca (1897—1899), Lundegardha (1912). W czasach ostatnich spotykamy się z tym poglądem u Déviségo (1922), Belara (1928, 1929), Wassermanna (1929), Bleiera (1931 oraz Wady (1932). Ten ostatni oparł swą tezę na badaniu żywych komórek zapomocą metod mikrochirurgicznych.

Do tej kategorji zaliczyć zapewne należy i poglądy o roli jąderka przy tworzeniu się figur podziałowych cytoplasmy, takie, jakie są przedstawione w pracach Zalewskiego (1881 i 1882), Harpera 1897), Swingle (1897), Fairchilda (1897), Juela (1897, Mottier 1897, i Dębskiego (1897). Jak wiemy jednak, występujące tu struktury obejmowano wspólną nazwą „kinoplasmatycznych" *).

Z szeregu wymienionych autorów, na specjalną uwagę zasługuje praca Lundegardha (1912). Według tego badacza, cytoplasma ulegając odmieszaniu (Entmischung) upodabnia się strukturalnie do soku jądrowego i zdolna jest tworzyć wówczas fragmoplasty. Powstawanie przegrody pierwotnej jest jednak dla Lundegardha zwykłym procesem akumulowania się w równiku dzielącej się komórki rozmaitych ciał, przynoszonych tu prądami cytoplasmy **). Jak to podkreśli-

---

*) Krytykę teorji kinoplasmy podjęli przedewszystkiem Grégoire i Berghs (1904) oraz Berghs (1905). Zdecydowanym jej przeciwnikiem był zawsze Zacharias, który dał temu wyraz w szeregu odczytów specjalnych (patrz Körnicke, 1903).

**) Dokładne opracowanie rzeczonych zjawisk znajdujemy w pracach Lewickiego (1925) i Senjaninowej (1927). Gromadzenie się pigmentu w brózdkujących jajach zwierzęcych, w związku z kierunkowemi prądami w cytoplasmie mamy dokładnie opracowane w klasycznej pracy Speka (1918) nad mechanizmem brózdkowania.

liśmy wyżej, Lundegardhowi zawdzięczamy sformułowanie zagadnienia pochodzenia substancyj fragmoplastu.

Belar, Bleier i Wassermann zgadzają się z tem, że substancja wrzeciona cytokinezy wykazuje inne cechy niż substancja wrzecion meta- i anafazowych. Dla Bleiera istnieje nawet możliwość, że fragmoplasty tworzą się zupełnie niezależnie od materji soku jądrowego (paragenoplastu). Możnaby zatem pewne poglądy Bleiera zaliczyć do pierwszej grupy naszego układu.

Na tle tak przedstawiającego się zagadnienia postawimy teraz pytanie: co nowego do omawianych kwestyj wniosły metody barwienia za życia.

*

* *

W dotychczasowych mych badaniach nad barwieniem witalnem dzielących się komórek udało mi się zabarwić selektywnie wszystkie struktury komórkowe za wyjątkiem soku jądrowego i chromatyny *). Podziały w tak zabarwionych komórkach nawet przy witalnem barwieniu wielokrotnem posuwają się naprzód, nieraz do końca z rozmaitemi zresztą zastrzeżeniami natury metodycznej (por. Becker, 1932 d. str. 406—407). W interesującej nas obecnie kwestji pochodzenia i natury fragmoplastu pewne i—jak mi się wydaje—rozstrzygające dane, daje metoda barwienia cytoplasmy barwikami azowemi, według przepisów Schaedego (1924) i Ruhlanda (1912). Zastosowawszy też tę metodę na szeroką skalę do dzielących się komórek, mogłem dokładnie prześledzić sposób powstawania rzeczonego utworu. Okazało się — fakt znany już Schaedemu — że fragmoplast barwi się wymienionemi barwnikami tak samo jak cytoplasma, podczas gdy sok jądrowy i chromosomy przez cały czas pozostają bezbarwne.

Obserwując mitozę w tak zabarwionej komórce od początku (profazy) aż do samego jej końca, otrzymujemy wyraźnie wyodrębniony, bezbarwny teren soku jądrowego (okapy, wrzeciona meta- i anafazowe), w ktorym rozgrywają się wszystkie procesy budowy, rozchodzenia się i rekonstrukcji chromosomów. W ten sposób poglądy Zachariasa (1888),

*) Patrz Becker, 1934. W pewnych wypadkach mogłem również osiągnąć i zabarwienie jąder, odnośne jednak metody nie nadają się jeszcze do szerszego stosowania, ze względu na toksyczność użytych tu barwików.

Martensa (1929), Koerperich (1930) czy Bleiera (1931) o znaczeniu soku jądrowego jako substancji, w której jedynie egzystować mogą normalnie chromosomy, zostają potwierdzone zapomocą witalnej obserwacji i witalnego barwienia. Poglądy tych cytologów, oparte na analizie materjału utrwalonego, a stwierdzające, że struktury chondrjomowe na tereny wrzecion nie wnikają, zyskały również ostateczne poparcie w obserwacji procesów podziału w żywej komórce z jednoczesnem witalnem zabarwieniem chondrjomu (Becker, 1933 b).

„Le cycle fermé" substancji jądrowej Martensa (1929), czy paragenoplastu Bleiera (1931) nie ulega wątpliwości dla soku jądrowego, ale tylko dla części tego soku. Jak bowiem wykazuje metoda barwienia barwikami azowemi, części paragenoplastu (bezbarwne) mogą pozostawać pomiędzy jądrami pochodnemi, gdzie stopniowo ulegają zabarwieniu na żółto i stają się podobne pod tym względem do reszty cytoplasmy (Becker, 1934). Fragmoplast, który powstaje z takich resztek paragenoplastu, czyli inaczej mówiąc zakłada się wprost na wrzecionie anafazowem (por. Belar, 1929, tabl. III, fot. 15 — 18), jest zawsze zabarwiony na żółto, tak, jak cytoplasma. Nie można przeto dla soku jądrowego przyjmować morfologicznej jego ciągłości, podobnie jak to ma miejsce z chromosomami.

Jak to już podałem w innem miejscu, w obserwacji witalnej można także otrzymać obrazy cytokinezy, odbiegające od wyżej przedstawionego schematu. Wówczas w komórce widzimy „ziarnistą" protoplasmę, zajmującą teren pomiędzy pochodnemi jądrami (są to zapewne objawy pewnej patologji). W przypadkach barwienia witalnego barwikami azowemi, protoplasma ta wybarwia się również na żółto. Z tej to protoplasmy powstaje wkrótce potem zupełnie typowy fragmoplast. Tego rodzaju obrazy dały zapewne powód dawniejszym obserwatorom podziału w żywej komórce do wypowiadania poglądów o cytoplasmatycznem pochodzeniu wrzeciona lub też o wkraczaniu cytoplasmy na teren wrzeciona jądrowego pochodzenia (Treub, 1878; Hanstein, 1879; Schmitz, 1879; Zacharias, 1888; Berthold, 1886). I w danym jednak wypadku nie możemy powiedzieć, że paragenoplast uległ zupełnemu przewężeniu i w całości został pobrany przez jądra pochodne; raczej należy przyjąć, że dla tych czy innych przyczyn (patologja) nastąpiła szybsza i znaczniejsza zmiana i na-

tury wrzeciona anafazowego (barwienie!) i jego struktury, tak, że obecnie uchyla się ono od naszej bezpośredniej obserwacji, będąc całkowicie pod postacią „ziarnistej” protoplasmy, nieodróżnialnej zupełnie, nawet strukturalnie, od reszty cytoplasmy komórkowej (Becker, 1934). Takie zmiany struktury wrzeciona przy pewnych zaburzeniach normalnych stosunków protoplastu, znamy z obserwacyj witalnych nad wpływem barwików witalnych na przebieg mitozy (Becker, 1933a). Sądzę, że metoda barwienia za życia pozwala nam stwierdzić, iż części soku jądrowego, pozostające w komórce poza jądrami (resztki wrzeciona anafazowego) i przekształcające się we wrzeciono cytokinezy bezpośrednio, czy też dopiero później *), przybierają zawsze wszystkie cechy morfologiczne substancyj cytoplasmatycznych i absolutnie nie może być teraz o nich mowy jako o substancjach jądrowych, względnie „wrzecionowych” (Robyns, Jungers). Badacze, zajmujący się dotychczas tą kwestją nie biorą należycie pod uwagę tego, że morfologiczne komponenty dzielącej się komórki ulegają różnym procesom przemiany, że z jednych powstają inne. Przeciwnie, niektórzy z autorów stawiali sobie lub stawiają w założeniu pewną stałość, permanencję, omawianych substancyj. Tak jest, sądzę, z dawną teorją kinoplasmy Strasburgera, podobnie przedstawia się sprawa ze współczesnemi poglądami Robynsa i Jungersa. Myślę, że powiedzenie Bělařa (1928), iż fragmoplast komórek roślinnych jest jakby „pseudomorfozą” „Stemmkörper” (t. j. wrzeciona anafazowego), możnaby śmiało zastąpić tezą, że Stemmkörper ulega tu metamorfozie w kierunku cytoplasmatycznym; cytoplasma ze swej strony daje w dalszym ciągu fragmoplasty. W pewnych zatem warunkach życiowych komórki i przy pewnych zależnościach genetycznej natury wrzeciono anafazowe ulega metamorfozie cytoplasmatycznej i jednocześnie przechodzi we fragmoplast. Są to powszechnie znane obrazy cytodjerezy w większości, a przynajmniej w dużej części tkanek somatycznych (por. cytowane wyżej fotografje Belara, 1929). W innych znowu warunkach dwa te procesy: cytoplasmatyczna przemiana „Stemmkörper” i tworzenie się fragmoplastu są czasowo mniej lub więcej rozdzielone (bielmo!). Jakkolwiek chemizm

*) Takie „opóźnienie” ma miejsce w opisanych dopiero co zjawiskach nienormalnej cytodjerezy; podobny zupełnie mechanizm jest — jak sądzę — i w bielmach; por. niżej.

tych procesów jest napewno bardzo skomplikowany, a barwików witalnych nie możemy uważać za jakieś specyficzne reaktywy na określone ciała żywej substancji, to jednak sądzę, że wyniki barwień witalnych barwikami azowemi zupełnie nas do przyjęcia owej metamorfozy uprawniają. Do dowodów morfologicznej odrębności substancji fragmoplastu od substancyj innych wrzecion, dowodów podanych przez Wassermanna, czy Bleiera i niezawsze szczęśliwych (patrz Becker, 1934, dodajemy jeszcze jeden: wyniki barwienia witalnego *).

Z powyższych rozważań wynika jasno jedna kwestja, nieuwzględniona dostatecznie w żadnej z dotychczasowych prac na temat cytokinezy: że charakter cytoplasmatyczny lub jądrowy danej substancji, a jej pochodzenie jądrowe lub cytoplasmatyczne to zupełnie różne rzeczy. Badania morfologiczne i obserwacje nad fragmoplastem takim, jakim daje się on uchwycić rozporządzalnemi przez nas środkami stwierdzają cytoplasmatyczny jego charakter; zato współudział różnych substancyj jądrowych w jego tworzeniu się nietylko nie jest wykluczony, ale więcej jeszcze — jest zupełnie pewny. Sądzę, że niczem innem nie różni się on jednak od analogicznego współudziału jądra w procesach wzrostu, odżywiania się, czy wogóle we wszystkich funkcjach życiowych komórki. Dzisiaj, w okresie odkrycia genu, powodującego zjawisko cytokinezy (Beadle, 1931, 1932), taki wpływ jądra jest zupełnie zrozumiały. Kwestja zaś mechanizmu jego działania pokrywa się zupełnie z kwestją mechanizmu działania genów wogóle.

W badaniach o charakterze czysto morfologicznym, jak wszystkie prace wyszczególnione w podanym wyżej historycznym zarysie zagadnienia, jak wreszcie praca niniejsza, mówić możemy przedewszystkiem o tym czy innym charakterze materji, tworzącej fragmoplast; kwestja zaś materjalnego współdziałania różnych komponentów żywej komórki jest dla nas wobec braku odpowiednich metod narazie zupełnie otwarta. A priori możemy zgodzić się ze zdaniem Robynsa, że przy tworzeniu przegrody pierwotnej — a także i fragmopla-

---

*) Cechami temi zatem będą: a) występowanie mikrosomów we wrzecionie cytokinezy; b) jego zdolność do wakuolizowania; c) wytwarzanie zeń oponek cytoplasmatycznych przyściennych, co najlepiej widać po barwieniu barwikami azowemi; d) charakter tego barwienia witalnego; e) barwienie się przegrody pierwotnej barwikami azynowemi.

stu—„une intervention des chromosomes n'est donc nullement exclue" (Robyns, 1926, str. 161). Jeżeli jednak działanie to jest np. natury enzymatycznej, to w braku odpowiednich metod badawczych działania tego obserwacją morfologiczną uchwycić nie możemy. To, co obserwujemy jest już tylko skutkiem owego działania—i w tych razach wpływ jąder na zjawiska cytokinezy nie ulega żadnej wątpliwości.

Po pierwsze, sam fakt zajścia cytodjerezy omawianego typu zdaje się być ściśle złączony z podziałem jąder. Jeżeli jądro, które zaczęło się dzielić, zatrzymamy w dalszym jego podziale—ale nie spowodujemy powrotu jego do spoczynku—to cytoplasma danej komórki albo dzieli się, albo przynajmniej usiłuje wytworzyć szczątkowe i niewykształcone pseudo-fragmoplasty (patrz Becker, 1933a, str. 150—151). Po drugie, jądra wpływają bezwątpienia na kierunek i miejsce zakładania się fragmoplastów. Byłoby rzeczą zbyteczną powoływać się w tem miejscu na obszerną literaturę, z której zjawisko to niedwuznacznie wynika; sprawy te znane są powszechnie (por. Tischler, 1921/22, str. 353—356). Pozwolę sobie wskazać tylko na fot. 1—3 z jednej z moich poprzednich prac (1933a), na których widać, że przy nieprawidłowym podziale jądra na trzy płaty, połączone ze sobą, przegrody pierwotne zakładają się pomiędzy każdemi z tych płatów. Dokładny opis wpływu jąder na miejsca zakładania się fragmoplastów podał ostatnio Jungers (1931), analizując podziały w bielmach.

Być może, że zjawiska tego typu tłumaczyć należy pewną „warstwową" budową protoplastu. W tym kierunku zmierzały klasyczne rozważania Berthold a (1886), które dopiero obecnie zaczynają znajdować pewien oddźwięk w nauce (por. Gicklhorn, 1932). Nowoczesne ujęcie tych zjawisk wyświetliłoby nam może omawiane problemy, w tym jednak wypadku wkraczamy—jak sądzę—już w dziedzinę zagadnień przyczynowości cytokinezy.

Reasumując wyniki powyższych rozważań, możemy jak mi się zdaje — śmiało twierdzić, że kwestja cytokinezy zapomocą t. zw. fragmoplastów jest kwestją podziału cytoplasmy; że procesy cytokinezy rozgrywają się tylko w cytoplasmie i że fragmoplasty są pewnem, czasowem, morfologicznem zróżnicowaniem cytoplasmy, służącem do wytworzenia błony komórkowej (por. poglądy Bertholda, Hansteina,

Schmitza, Wiesnera; definicję Errery, teorję „Entimschung" Lundegardha).

* * *

Przechodząc do kwestji pochodzenia substancyj, tworzących przegrodę pierwotną, zapytamy z kolei co w tej materji daje nam metoda barwienia za życia.

Zagadnienie barwienia się przegrody pierwotnej i procesu jej tworzenia się opisałem już dokładniej w poprzedniej pracy na temat cytokinezy (1932d), niema więc potrzeby powtarzać tu różnych rzeczy. Poza zbadanemi poprzednio dwoma barwikami wakuolarnemi, czerwienią obojętną i błękitem metylenowym, zajmowałem się następnie szeregiem innych barwików azynowych. Pozytywne rezultaty w barwieniu za życia przegrody pierwotnej otrzymałem jeszcze, stosując błękit toluidyny, tioninę i błękit kresylowy. Na tym ostatnim barwiku zatrzymamy się obecnie.

Błękit kresylowy przenika do komórek bardzo łatwo i barwi wakuole na piękny fioletowy kolor. Nienormalne podziały jądra typu „Entquellungsformen" właściwe barwikom wakuolarnym o wysokiem rH (Becker, 1932a) i tutaj są rzeczą pospolitą. Jednakże wobec tego, że barwik ten przenika do komórki bardzo szybko i łatwo, wystarcza stosowanie stosunkowo rozcieńczonych roztworów (używałem koncentracyj 1:20000 do 1:10000), tak, że bez trudu otrzymać można w zabarwionej witalnie komórce podziały zupełnie normalne. Pod tym względem oksyazynowy błękit kresylu jest dużo lepszym niż barwiki tioazynowe (bł. metylenu, toluidyny, tionina), a ponieważ nie wywołuje kontrakcji wakuol, tak, jak to czyni diazynowa czerwień obojętna, daje więc może lepsze rezultaty niż ten ostatni barwik.

W komórkach, do których zabarwienia stosowałem wymieniony wyżej barwik, pośrodku przewężonego wrzeciona anafazowego, łączącego dwa jądra pochodne pojawiała się nagle fjoletowo zabarwiona, poprzerywana linja. Jednocześnie, w równiku komórki, dokoła wrzeciona, gromadzi się cytoplasma o konsystencji ziarnistej i wyraźnych ruchach. Rozpoczyna się rozszerzanie na boki tworzącego się fragmoplastu jak i barwnej linji przegrody pierwotnej. Zdarza się często, że jądra są wcześnie odgrodzone od rosnącego fragmoplastu wakuolami. Stopniowo, krok za krokiem struktury fragmo-

plastu i przegrody pierwotnej zajmują cały przekrój komórki. Gdy to już nastąpi, zabarwienie środkowego pasa trwa jeszcze mniej więcej pół godziny; stopniowo jednak zanika ono, aż wreszcie ginie zupełnie. Wkrótce potem albo też równocześnie zanika i fragmoplast, dający zwykłą przyścienną cytoplasmę. Otrzymujemy dwie komórki, podzielone — jak wykazuje plasmoliza — zupełnie typową błoną komórkową.

Efekt, jaki w danym wypadku dają barwiki azynowe w zastosowaniu do barwienia przegrody pierwotnej, wskazuje niedwuznacznie na to, że w równikowej strefie komórki, tam, gdzie występuje gwałtowne zabarwienie się poprzerywanego pasma „Zellplatte", następuje jakiś proces odmieszania się (Entmischung) (Becker, 1932 c, d). Metoda podwójnego barwienia witalnego: cytoplasmy barwikami azowemi i przegrodypierwotnej azynowemi (Becker, 1934) wykazuje ponadto w sposób zdecydowany, że odmieszanie to następuje w określonej strefie protoplastu, barwiącej się żółto, a więc w cytoplasmie.

Taki mechanizm cytokinezy (odmieszanie, Entmischung*) zniewala nas do rozważenia poglądów tych autorów, morfologów, którzy, uważając jądra za centra metabolji w komórce, przyjmują spływanie pewnych substancyj błonotwórczych od jąder ku równikowi komórki, same zaś struktury nitkowate wrzeciona cytokinezy uważają za szkielet („Stützpunkte"), służący procesowi tego spływania (por. wyżej).

Należy przedewszystkiem zdać sobie sprawę z tego, że uwidacznianie się pewnych wydzielin protoplastu w postaci odmieszanych kropel czy wakuol, zachodzi wtedy, kiedy jakieś ciała, znajdujące się w protoplaście, osiągną, dzięki przemianom fizyko-chemicznym dostateczny stopień skupienia, aby wydzielić się w postaci widocznych struktur**). Moglibyśmy

*) Nie możemy w tem miejscu przesądzać, czy odmieszanie to jest „koacerwacją", czy też „wakuolizacją" w sensie Bungenberga de Jong (1932). Ta pierwsza możliwość wydaje nam się jednak prawdopodobniejszą.

**) „Das Sichtbarwerden der Stoffwechselvorgänge beginnt eigentlich, wenn die sich im Zytoplasma in hochdis ersem Zustande befindlichen Substanzen zu mikroskopisch unterscheidbaren, zunächst grösstenteils sehr winzigen „Stoffwechselgranulis" konzentriert werden und sich aus dem Bestande der lebenden Masse sozusagen „entmischen", d. h. wenn das Zytoplasma sich in zwei Phasen scheidet, in die eigentlich vitale Grundmasse und die unbelebten, an sich passiven granulären Einschlüsse" (Chlopin, 1927, str. 581).

zatem powiedzieć, że dopiero w równiku wrzeciona cytokinetycznego, lub ogólniej w równiku komórki następuje ta dostateczna kondensacja, tak, że odmieszanie (koacerwacja) tutaj dochodzi do skutku, co wcale jednak nie wyklucza możliwości dyfundowania substancyj błonotwórczych od jąder wzdłuż nici wrzeciona.

Z pośród poglądów tych, przytoczonych na właściwem miejscu, pod znakiem zapytania pozostają przedewszystkiem „witalne" badania Dembowskiego i Ziegenspecka. Uważając za jedyną witalną metodę barwienia przegrody pierwotnej, metodę barwienia barwikami wakuolarnemi (Becker, 1932 d, str. 406 — 407), stwierdzić muszę, że nie uprawnia nas ona wcale do przyjęcia jakiegoś spływania.

Oczywista, że nie możemy negować istnienia w cytoplasmie ciał, służących za materjał do budowy błony komórkowej, które to ciała, będąc w innym stanie dyspersji pozostają dla nas niewidoczne. Wydaje mi się jednak słuszniejszym pogląd, że ciała te, których produkcja pozostawać może w zależności od funkcji jąder, znajdują się wogóle w cytoplasmie nie są zaś kierowane tylko jednym strumieniem, idącym od jądra w kierunku tworzącej się przegrody pierwotnej. Gdyby nici wrzeciona cytokinetycznego, występujące pod wpływem pewnych utrwalaczy przyjąć za takie właśnie tory dyfuzyjne i postępować konsekwentnie dalej, to dla wielu wypadków, w których fragmoplasty i błony komórkowe tworzą się w oddaleniu od jąder, przyjąć należałoby „spływanie" tych ciał nie z jąder lecz właśnie z cytoplasmy (np. w schemacie Baileya, 1920, lub w bielmach; patrz Piech, 1927). Podobne trudności nastręczają się w niektórych zjawiskach patologicznego podziału, gdzie fragmoplasty całkowite lub cząstkowe tworzą się oddzielnie i w oddaleniu od jąder (por. Becker, 1933 a). Ze wszystkich tych zjawisk i faktów dostarczonych przez eksperymentalną analizę komórki zapomocą barwików witalnych należy raczej wnioskować, że ciała błonotwórcze znajdują się w cytoplasmie, w której zachodzi wreszcie odmieszanie (koacerwacja), będące procesem tworzenia błony komórkowej. Zresztą i przy obserwacji zwykłych, niebarwionych komórek z włosków pręcikowych *Tradescantia virginiana*, *pilosa*, *decipiens*, nie mogłem nigdy stwierdzić spływania jakichkolwiek „Wolken" *). Otrzymywane na materjale w pe-

*) Belar (1929, str. 107) pisze: „Ich habe diese Wolken nie bemerkt, es ist sehr wohl möglich, dass ich sie übersehen habe".

wien sposób utrwalonym „tingirbare Stoffe” (W e n t), wydzielane jakoby przez jądra, możnaby zawsze zinterpretować inaczej, np. jako chwilowe różnice w gęstości protoplasmy w tych miejscach, jako różnice w pęcznieniu rozmaitych części wrzeciona. Interpretacja taka może nawet okazałaby się szczęśliwą w świetle faktów o przewężaniu się i pęcznieniu potem wrzeciona anafazowego przy przejściu tegoż we wrzeciono cytokinezy (B e l a ř, R o b y n s). W każdym razie, wydaje mi się, że strukturom tym nie można przypisywać takiego znaczenia, jakie chcieli im dać W e n t, T i m b e r l a k e, D e m b o w s k i, Z i e g e n s p e c k, czy inni.

Na zakończenie tego rozdziału pozostaje jeszcze odpowiedzieć na pytanie kiedy i dlaczego tworząca się przegroda pierwotna ulega witalnemu zabarwieniu, albowiem, jak to podałem w innem miejscu (B e c k e r, 1934), przy pewnych zjawiskach nienormalnej cytokinezy i nieprawidłowego tworzenia się fragmoplastu barwienie to nie zachodzi, chociaż komórka posiada wakuom zabarwiony już od wczesnych stadjów mitozy.

Traktując proces powstawania t. zw. przegrody pierwotnej, jako zjawisko odmieszania, musimy pamiętać o tem, że substancje, tworzące w chwili odmieszania kroplistą wydzielinę „Zellplatte“ (1932 d, patrz także rozdz. następny) mogą istnieć w cytoplasmie jakkolwiek w innym stanie skupienia. Do osiągnięcia zabarwienia potrzebny jest dostateczny stan rozproszenia oraz koncentracja zarówno ciała adsorbującego jak i barwika. W opisanych wyżej nienormalnych typach pojawiania się przegrody pierwotnej proces ten zachodzi o wiele gwałtowniej niż to ma miejsce przy stopniowem odmieszaniu z jednoczesnym stopniowym wzrostem fragmoplastu na szerokość. W wypadkach skrajnych, takich, jak tworzenie się błony opisane przeze mnie w pracy z r. 1933a na str. 140—141, pojawienie się błony stałej, a więc już nietylko odmieszanie płynnej substancji przegrody pierwotnej jest procesem bardzo szybkim i zachodzącym jednocześnie na całym przekroju komórki. Możnaby zatem przypuszczać, że w wypadkach bardzo szybkiego odmieszania krople odmieszanej substancji dlatego się nie barwią, bo: 1) faza dostatecznie rozproszona substancyj „Zellplatte“ trwa tak krótko, że po adsorbcji barwika następuje natychmiast jego readsorbcja; proces barwienia jest tak szybki, że uchodzi obserwacji; przy powstawaniu zatem kropel zbyt wielkich, przy zlewaniu

się ich i t. p. zachodziłaby również readsorbcja. 2) wobec szybkości procesu, przemiana substancji „Zellplatte” w substancję błony komórkowej zachodzi również odpowiednio szybko. Ponieważ zaś sama błona barwikami wakuolarnymi się nie barwi więc i tutaj nie obserwujemy witalnego zabarwienia. Według podanego tłumaczenia witalne zabarwienie t. zw. przegrody pierwotnej widać wówczas, gdy proces odmieszania przebiega z odpowiednią szybkością poprzez odpowiednie stany kondensacji substancji odmieszanej.

Jeżeli tłumaczenie powyższe jest słuszne, to w jego świetle mielibyśmy wyjaśnionemi następujące zjawiska, zaobserwowane w moich dotychczasowych badaniach: 1) Niebarwienie się przegrody pierwotnej w przypadkach patologicznej cytokinezy, opisanej poprzednio (Becker, 1933a, 1934; patrz także wyżej); 2) Odbarwianie się przegrody pierwotnej podczas procesu plasmolizowania komórki i rozszczepiania fragmoplastu (Becker, 1932d, fot. 6—9). 3). Stopniowe odbarwianie się przegrody pierwotnej przy przejściu tejże w błonę komórkową. 4) Odbarwianie się, początkowo zabarwionej przegrody w tych przypadkach patologicznych, kiedy nie tworzy się stała błona komórkowa; zjawisko sprowadza się wówczas do opisanego pod p. 2-gim *).

---

*) W związku z poruszoną kwestją mechanizmu barwienia się za żywa przegrody pierwotnej, wydały mi się godnemi uwagi poglądy Koehring (1930), sprowadzającej wiele zjawisk witalnego barwienia komórki do czynności enzymatycznych ustroju. Koehring oparła się na pracach Marstona (1923), który jakkolwiek zajmował się temi zjawiskami makroskopowo i na drodze badań czysto chemicznych, wskazał jednak wyraźnie na możliwość stosowania barwików witalnych i do żywego organizmu w celu wykazania w nim obecności enzymów. Całe systemy podstawowych procesów życiowych komórki, w których przejawiają sie różne czynności enzymatyczne, łączy Koehring z występowaniem selektywnego barwienia witalnego w określonych miejscach protoplastu. Tą drogą mogła autorka uwidocznić w komórce jej system hydrolityczny i syntetyzujący.

Selektywność i odwracalność procesu barwienia się za życia przegrody pierwotnej, tudzież pewne zjawiska utleniania w tej sferze uprzednio zredukowanych barwików o wysokiem rH (Becker, 1932d, 1933b), stawiają bardzo zachęcającą perspektywę dociekań, w jakiej mierze poglądy Koehring mogą być stosowane i do opracowywanego przez nas zjawiska. W obecnym jednak stanie naszych wiadomości zarówno o chemizmie powstającej błony komórkowej, jak i o stosowalności metod Marstona i Koehring, uważam bliższą dyskusję na ten temat za przedwczesną.

W związku z wyrażonemi wyżej przypuszczeniami, zadałem sobie pytanie, czy podział komórki, jaki zachodzi w tkankach wyrośniętych po plasmolizie (metoda Haberlandta), pozwoli na zaobserwowanie barwień witalnych, analogicznych do barwienia się przegrody pierwotnej przy cytokinezie z fragmoplastami. Odpowiednie doświadczenia przeprowadziłem według przepisów, zawartych w pracy Pfeiffera (1930); komórki listków moczarki kanadyjskiej plasmolizowałem w barwnych roztworach 9% cukru gronowego przez 3 godziny, poczem po deplasmolizie obserwowałem niekiedy zjawiska podziału, opisane przez Pfeiffera, a polegające na tem, że wakuola zostaje w pewnem miejscu przecięta pasmem cytoplasmy, poczem w plasmie tej pojawia się błona, dzieląca komórkę *). Pojawienie się tej błony obserwowałem zawsze jednocześnie na całym przekroju komórki; proces ten był bardzo szybki. W żadnym wypadku nie obserwowałem jakichkolwiek struktur, barwiących się witalnie, chociaż wakuole komórek były intensywnie zabarwione. Ponieważ występujący tutaj typ podziału zalicza Pfeiffer do „Typu *Oedogonium*" (Strasburger, 1875 — 1880; Tischler, 1921—22), należy się więc spodziewać, że przy badaniu cytokinezy tego typu u innych roślin, metoda barwienia za życia barwikami wakuolarnemi może nie dać żadnych rezultatów.

Badania nasze są — jak sądzę — podobne do badań Chlopina (1927), który wykazał, że wbrew poglądom Möllendorfa (1918, 1920) może czerwień obojętna wybarwiać w komórce nietylko preformowane struktury, ale także i granulacje, powstające podczas pobierania barwika. Powstające tą drogą wkroplenia cytoplasmy muszą być — zdaniem Chlopina — uważane za produkty przemiany materji protoplastu żywego, a nie jako prosta chemiczna reakcja barwika, wkraczającego do komórki z jakiemiś preformowanemi substancjami (str. 564). W badaniach Chlopina substancją wydzieloną przez protoplast i wchodzącą w związek z barwikiem jest jakaś białkowa „Krinomsubstanz". Może nią być również woda, a także udział lipoidów nie jest wykluczony. Jak to zaznacza Chlopin, w pewnych terenach cytoplasmy nasyconych lipoidami „die zur Sekretbildung führende Entmischung

---

*) „In dem spumoiden Plasmafaden der sich durch die Vacuole spannt, erfolgt die Celluloseproduction sukzedan oder simultan" (Pfeiffer, 1930, str. 262).

unter normalen Verhältnissen ganz besonders ausgesprochen ist, was wahrscheinlich damit in Zusammenhang gebracht werden muss, dass in diesen Bezirken für viele Stoffe auch im „Durchtränkungszustande" eine Kondensation anzunehmen ist" (str. 584). Pamiętajmy zaś, że dla Scartha i Webera (1930) jest fragmoplast strukturą specjalnie bogatą w lipoidy. Wydaje mi się przeto usprawiedliwionym pogląd, że proces odmieszania kropelek na fragmoplaście jest pewnego rodzaju sekrecją protoplastu. Konkluzję badań Chlopina stanowi myśl, że należy „das Zytoplasma vor allem als etwas dynamisches zu betrachten es eher als Prozesse, nicht als Strukturen aufzufassen" (str. 585). W naszem, dynamicznem ujęciu zjawisk cytodjerezy, musimy powiedzieć to samo i o t. zw. „Zellplatte" i o fragmoplaście. Jak to zobaczymy niżej, wniosek taki narzuci nam się również i po bliższem zaznajomieniu się ze strukturami t. zw. przegrody pierwotnej.

III. STRUKTURA FRAGMOPLASTU I PRZEGRODY PIERWOTNEJ.

W dotychczasowych pracach, dotyczących procesu cytodjerezy drogą tworzenia przegrody pierwotnej, bywają najczęściej rozdzielane dwa momenty tej cytodjerezy: tworzenie się t. zw. przegrody pierwotnej, jej charakter i struktura; tworzenie się właściwej błony komórkowej, jej charakter i stosunek do przegrody pierwotnej. Trzymając się tego utartego schematu, przypomnę i omówię w obecnym rozdziale poglądy na strukturę przegrody pierwotnej i wrzeciona cytokinezy, zagadnienie, które zresztą obszerniej potraktowałem w pracy poprzedniej (1932 d).

W pierwszem wydaniu książki Strasburgera (1875) termin „Zellplatte" użyty został dla określenia szeregu ziaren, ukazujących się w równiku wrzeciona cytokinezy o wyraźnej, nitkowatej strukturze (materjał utrwalony) Według ówczesnego poglądu Strasburgera, ziarenka te powstają jako napęcznienia poszczególnych włókien wrzeciona (np. str. 23, 28, 132, 104 — 105, pracy z r. 1875). Przy takiej interpretacji narzuca się nam dziś pytanie, czy włókna, które opisuje Strasburger były to właśnie części fragmoplastu silniej się barwiące na preparatach, czy też właśnie były to jaśniejsze strefy pomiędzy tamtemi. I dalej: czy owe zgrubienia,

napęcznienia włókien powstały na utworach nitkowatych pierwszego czy drugiego rodzaju. Sprawa ta jest dla nas bardzo ważną ze względu na naszą interpretację tych struktur (por. Becker, 1932 d, ryc. 69 na str. 403), jak i wogóle ze względu na zrozumienie struktur, występujących na wrzecionach w pewien sposób utrwalonych. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, że sprawa ta przez późniejszych badaczy — a i z winy samego Strasburgera — przesądzona zupełnie w kierunku uznawania za włókna ciemnych części wrzeciona i odpowiednio ciemnych punktów na tych włóknach, wcale tak prosto nie przedstawia się w owem pierwszem wydaniu „Zellbildung und Zelltheilung". Wynika to jasno z opisu i omówienia rycin 28, 29, 30 i 46 na str. 28 i 105, pracy z r. 1875. Z dzieł Strasburgera jedynie tylko może na ryc. 33 tabl. V i 83, tabl. VI (1875) oraz na ryc. 62—63 tabl. IV z książki z roku 1882, mamy narysowane owe „pęcznienia nici wrzeciona" jako puste owalne ziarenka, nakształt wakuolek. Pozatem odnosi się wrażenie, że Strasburger, podając ryciny bardzo schematyczne i niedokładne, inaczej je rozumiał niż je rysował. Ziarna „Zellplatte" jako owalne puste utwory (wakuolki) rysuje również i Zalewski w polskiem wydaniu swej pracy (1881).

We wszystkich pracach starszych, począwszy od Strasburgera, ziarnisty charakter przegrody pierwotnej i nitkowata struktura fragmoplastu nie ulegały żadnej wątpliwości. W ten sposób przedstawiona jest przegroda ta we wszystkich pracach ówczesnych opartych na badaniu materjału utrwalonego (Strasburger, 1875—1900; Zalewski, 1881—1882; Flemming, 1882; Guignard, 1885; Berthold, 1886; Went, 1887; Wiesner, 1881—1898; Zimmermann, 1896; Dębski, 1897; Juel, 1897; Mottier, 1987; Nemec, 1897—1899; Timberlake, 1900), taki pogląd na jej budowę wynikał i z obserwacyj witalnych (Treub, 1878; Hanstein, 1879; Schmitz, 1879; Strasburger, 1880; Zacharias, 1888). Nawet w pracach poświęconych kinoplasmie i nie mających do czynienia z cytokinezą fragmoplastową, ziarnisty charakter pierwotnych zawiązków błon podziałowych nie budził wątpliwości (Harper, 1897; Fairchild, 1897; Swingle, 1897; Strasburger, 1880—1897b). Dyskusja owych czasów dotyczyła jednak kwestji, czy ziarna te można uważać za zgrubienia nici, jak to przyjmował Strasburger, czy też nie;

innemi słowy, czy leżą one pomiędzy nićmi czy też na nich. Pierwszy pogląd wyrażany już i przez Strasburgera (1880), był reprezentowany przedewszystkiem przez Zachariasa (1888), a później przez Lundegardha (1912), Dévisé (1922) i Yasui (1931). W części wyżej wymienionych prac, jak i w pracach nowszych (Yamaha, 1920; Goldstein, 1925; Reeves, 1928; Piech, 1927—1928) zdaje się jednak panować pogląd drugi, przyjmujący schemat ciemno barwiących się ziaren na ciemnych niciach.

W pewnej grupie prac nowszych schemat Strasburgerowski jest albo całkowicie odrzucany, albo conajmniej dyskutuje się realność pewnych, występujących tu po utrwaleniu struktur (Martens, 1927—1929; Robyns, 1924—1929; Yamaha, 1926 a i b; Jungers, 1931). Przegrodzie pierwotnej przypisuje się budowę ciągłą, a to na zasadzie obserwacyj witalnych Martens, Robyns, Yamaha), bądź też na zasadzie badań nad działaniem różnych utrwalaczy (Robyns, Yamaha). Niektórzy autorowie, jak Belar (1929) i Pekarek (1932), a częściowo i Schaede (1924), obserwując podziały w żywej komórce, wahają się zająć w sprawie struktury przegrody pierwotnej określone stanowisko. Nieliczna tylko grupa badaczy współczesnych stwierdza w obserwacji witalnej ziarnisty charakter „Zellplatte" (Chodat, 1924; Teleżyński, 1930; Yasui, 1931). Nitkowatą strukturę wrzeciona cytokinezy, występującą pod wpływem pewnych utrwalaczy przyjmuje się za wyraz pewnych rzeczywistych, preegzystujących stanów protoplasmy (Sharp, 1926; Nemec, 1927, 1929; Schaede, 1930)[1]), jest przeto dość dziwnem, że nigdzie nie przyjmuje się tego samego dla „ziarnistej" struktury przegrody pierwotnej. A przecież występowanie jednej jest ściśle związane z pojawianiem się drugiej. Dzięki badaniom Belara (1927), Yamahy (1926a, b), Robynsa (1929) i Schaedego (1930), przypisujemy fragmoplastowi budowę, złożoną z terytorjów naprzemian bardziej płynnej i bardziej stałej substancji. Poglądy o istnieniu takiej lamellarnej budowy wrzecion wypowiadali także Rosen (1925) i Schaede (1926). Schaede pisze nawet, że łatwiej byłoby mu wyobrazić sobie powstawanie błony komórkowej przez zlewanie

---

[1]) Por. poglądy Runnströma na micelarną strukturę protoplasmy (1929, str. 214—220).

się ścianek drobnych wakuolek, niż „według panujących poglądów" (także Lenoir, 1931).

Dla pełnego zdania sobie sprawy z istoty procesu tworzenia przegrody pierwotnej, należy koniecznie rozstrzygnąć kwestję jej struktury w momentach powstawania. Ziarnista bowiem budowa jej została w ostatnich czasach zakwestjonowaną przez szereg poważnych badaczy, ci zaś, którzy się za nią opowiedzieli, nie dali, niestety, objektywnego dowodu swych obserwacyj. Z drugiej strony zagadnienie to należało rozstrzygnąć na materjale par excellence żywym i zdrowym, gdyż badania na preparatach utrwalonych bądź na komórkach żywych poddanych różnym zabiegom doświadczalnym zawsze mogą ulec zakwestjonowaniu.

W jednej z poprzednich moich prac udało mi się dać dowód objektywny ziarnistej budowy, młodej, powstającej przegrody pierwotnej, w postaci mikrofotografij, ilustrujących ten proces w żywej i zupełnie zdrowej komórce (1932 d, fot. 1—4). Jeżeli wobec tego staniemy na stanowisku, że tworzenie przegrody pierwotnej jest procesem odmieszania się, to wynika dla nas dalszy wniosek, że odmieszanie to ma charakter kroplisty. Kroplisty dlatego, że wcześnie przeprowadzone doświadczenia plasmolityczne przekonywują nas o płynnym charakterze odmieszanych ziarenek (1932 d).

Od czasu opublikowania pierwszych mych spostrzeżeń nad cytokinezą, obserwowałem to zjawisko jeszcze wielokrotnie w zupełnie normalnie dzielących się komórkach włosków pręcikowych *Tradescantia virginiana*, *decipiens* i *pilosa*. Podczas obserwacji witalnej, przy dostatecznie zaawansowanej cytokinezie, można, kręcąc śrubą mikrometryczną, stwierdzić ciągłą (czasem już szczelinową) budowę „Zellplatte" we wnętrzu wrzeciona i jednocześnie jeszcze „ziarnistą" na jego powierzchni. Ziarenka (kropelki) bowiem, tworzące przegrodę pierwotną, pojawiają się, począwszy od środka komórki, stale na peryferji, rosnącego wszerz (pęczniejącego) wrzeciona (fot. 4 tabl. II). Jak to już podkreśliłem wyżej (str. 149), wrzeciono, rosnące w ten sposób, otoczone jest ziarnistą cytoplasmą, w której odbywa się tworzenie fragmoplastu i przegrody pierwotnej. Nie od rzeczy będzie dodać w tem miejscu, że podobny ziarnisty charakter posiada i protoplasma, pojawiająca się przy degeneracji fragmoplastów w komórce (Becker, 1933a, Plasmaamöben wdłg. terminologji Küstera, 1932).

Możnaby postawić sobie pytanie, czy wobec tego kropelki przegrody pierwotnej powstają we wnętrzu substancji wrzeciona cytokinezy, czy też już w owej cytoplasmie, otaczającej wrzeciono a tylko na jego peryferji. Z punktu widzenia, ujmującego zjawisko cytokinezy jako odmieszanie się cytoplasmy pytanie to jest zbyteczne. Odpowiedź, jaką na nie możnaby dać jest następująca: może być i tak i tak, nic to wszakże nie wpływa na nasze poglądy. Znamy bowiem wypadki, kiedy mniej lub więcej wykształcony frygmoplast nie wykazuje jeszcze na swym terenie żadnego śladu przegrody pierwotnej i ta pojawia się dopiero później i jednocześnie na całym przekroju wrzeciona, znamy również wypadki— i te są najczęstsze — gdzie jednocześnie z wykształcaniem się fragmoplastu wykształca się na nim i przegroda pierwotna. I jeden i drugi proces są tylko dwoma momentami jednego i tego samego zjawiska. Zgodnie z poglądami B ě l a r a moglibyśmy powiedzieć, że w pierwszym wypadku następuje najpierw uporządkowanie materji bardziej stałej, bardziej płynnej, a potem dopiero odmieszanie kropel „Zellplatte". W drugim wypadku uporządkowanie idzie w parze z odmieszaniem. Nieznaczne różnice w warunkach obserwacji, a co za tem idzie w stanie koloidowym protoplastu mogą na te zjawiska odpowiednio wpływać. W gruncie rzeczy obydwa te zjawiska prowadzą do jednego: do odmieszania substancyj błonotwórczych w określonym porządku.

W żadnym razie jednak nie można się zgodzić na to, że kropelki, tworzące przegrodę pierwotną leżały już preformowane w cytoplasmie, skąd następnie wkraczają tylko na teren wrzeciona, jak to sobie wyobrażali dawniejsi badacze (T r e u b, H a n s t e i n, S c h m i t z, Z a c h a r i a s, L u n d e g a r d h). Rozstrzygające w tej materji dane daje metoda barwienia za życia.

Ziarenka, leżące w cytoplasmie mogą być albo bezbarwne (mikrosomy), albo też wybarwiają się barwikami chondrjomalnemi (B e c k e r, 1933b). Ziarenka, kropelki, tworzące na fragmoplaście przegrodę pierwotną wybarwiają się barwikami wakuolarnemi. Przy barwieniu za życia „Zellplatte" mamy ziarnistości pozostałej cytoplasmy bezbarwne; przy barwieniu witalnem podwójnem (B e c k e r, 1934) możemy osiągnąć w jednej komórce zupełne zróżnicowanie wszystkich tych struktur. Mikrosomy są wtedy bezbarwne, chondrjom zielony lub czerwony, zależnie od użytych barwików, przegroda pierwotna

czerwona lub fjoletowa. O ile więc poglądy Lundegardha (1912) na powstawanie wrzecion cytokinezy istotnie odzwierciadlają istotę rzeczy, o tyle zapatrywania jego co do powstawania „Zellplatte" zmuszony jestem odrzucić. Przy procesach witalnego barwienia w czasie cytokinezy należałoby może zwracać uwagę na to, czy czasem ziarna, leżące w cytoplasmie dokoła fragmoplastu nie ulegają pewnym przemianom w czasie tworzenia się przegrody pierwotnej. Wydaje mi się, że przemian żadnych obserwacją morfologiczną uchwycić nie można. W przypadku barwień barwikami chondrjomalnemi, kolorowe ziarenka znajdują się w cytoplasmie na terenie całej komórki i nie wykazując żadnych kierunkowych ani uporządkowanych ruchów zdają się być biernie rozdzielanemi pomiędzy komórki pochodne*).

Przy zjawiskach patologicznej cytokinezy, wywołanej działaniem fenosafraniny (o czem niżej), tworzenie się kroplistej przegrody pierwotnej jest procesem tak powolnym, że krok za krokiem można śledzić losy każdego niemal ziarenka, pojawiającego się na fragmoplaście i stającego w jednym szeregu z innemi dla wytworzenia „Zellplatte". Przy cytokinezie normalnej zjawisko odmieszania jest o wiele szybsze, tak, że przy drobnych wymiarach kropelek, uchwycenie ziarnistego charakteru przegrody pierwotnej przedstawia rzeczywiście duże trudności.

W świetle przedstawionych tu faktów zasadniczej zmianie winny ulec schematy cytokinezy, przyjęte od czasu Strasburgera. Jeżeli się zważy, że w miejscach substancji bardziej płynnej fragmoplastu, t. j. w miejscach kropel i pewnych włókien zostaną po utrwaleniu miejsca puste, szczeliny, to odpada zupełnie dyskusja nad położeniem „ziaren" wobec nici wrzeciona, jako też dyskusja nad powstawaniem szczeliny w przegrodzie pierwotnej („rozszczepianie przegrody pierwotnej", patrz rozdz. następny). Schemat budowy fragmoplastu, przyjęty przez nas czyni zadość zarówno współczesnym na-

---

*) Bardzo ciekawe układanie się ziarn, wybarwionych czerwienią obojętną w brózdkujących jajach jeżowców opisał w roku 1899 Fischel. Belar, przeprowadzając obserwacje na włoskach pręcikowych trzykrotki (1929) nie stwierdził również żadnych określonych kierunkowych ruchów mikrosomów cytoplasmy.

szym poglądom na budowę wrzeciona i powstawanie przegrody pierwotnej, jak również stanowi wierny obraz budowy fragmoplastu, występującej po pewnych utrwalaczach na preparatach histologicznych (por. Becker, 1932 d, ryc. 69, str. 403 z fot. 16 — 17 tabl. XVI). Jak widzieliśmy wyżej, do schematu tego zbliżał się w pewnych swych powiedzeniach nawet sam Strasburger*).

Na zasadzie przeto wszystkich swoich obserwacyj nad komórkami barwionemi za życia w różny sposób i wykazującemi rozmaite patologiczne objawy karjo- i cytokinezy; dalej na zasadzie badań nad komórkami barwionemi, w których procesy wymienione przebiegały najzupełniej typowo i normalnie; wreszcie w oparciu na obserwacjach nad zupełnie zdrowemi i normalnemi komórkami, na których nie robiłem żadnych eksperymentów, dochodzę do wniosku, że przy procesie cytokinezy drogą tworzenia t. zw. fragmoplastów i przegrody pierwotnej mamy do czynienia z kroplistem odmieszaniem się cytoplasmy komórki (koacerwacja?). Struktury fragmoplastu i przegrody pierwotnej zarówno rzeczywiste, obserwowane w komórce żywej, jak i występujące po utrwalaczach pewnego typu są wyrazem tego odmieszania się.

---

*) W tem miejscu należy dodać, że jeżeli po pewnych utrwalaczach „kwaśnych” opisuje Yasui (1931) i fotografuje ziarna przegrody pierwotnej, nie będące żadnemi zgrubieniami na niciach wrzeciona — zgodnie z naszą interpretacją — ale też nie będące i miejscami pustemi, szczelinami, to bynajmniej nie przeczy to wcale naszej interpretacji, według której, płynne substancje zostają przez utrwalacz usunięte a na ich miejscu pozostają puste luki. Albowiem: 1) istnieje stadjum rozwojowe błony komórkowej, gdzie struktura jej może być jeszcze ziarnistą (fot 7, tabl.), a błonka ta ma już stałą względnie półstałą konsystencję i zdaje się opierać działaniu kwasu octowego (patrz rozdział następny); 2) badania Yasui odnoszą się do komórek macierzystych pyłku, a mikrochemja „Zellplatte” każe opowiedzieć się Yasui za kalozowym jej charakterem. Tymczasem we włoskach pręcikowych trzykrotki lub w korzeniach cebuli chemizm ziaren może być zupełnie inny; 3) ziarenka przegrody pierwotnej leżą na brzegu rosnącego na szerokość wrzeciona: samo wrzeciono ma kształt beczułkowaty, a nici jego, występujące po utrwaleniu biegną skośnie, przerywając się w miejscu przegrody pierwotnej. Przy pewnem nastawieniu śruby mikrometrycznej możemy natrafić na przekrój optyczny tych nitkowatych struktur, co da nam znowu obraz ziaren. Okoliczność tę należy brać pod uwagę przy sądzeniu struktur, występujących na materjale utrwalonym. Według słów zresztą samej Yasui (str. 414) „these granules may not be solid at first”.

IV. POWSTAWANIE BŁONY KOMÓRKOWEJ, JEJ STOSUNEK DO T. ZW. PRZEGRODY PIERWOTNEJ.

Jedną z zasadniczych kwestyj procesu cytokinezy jest sprawa stosunku przegrody pierwotnej do przyszłej błony komórkowej. Zagadnienie to, począwszy od Strasburgera (1875), dyskutowane jest żywo aż do ostatnich czasów. W ujęciu Strasburgera „Zellplatte" ulega rozszczepieniu i dopiero we wnętrzu powstałej tu szczeliny następuje produkcja celulozy. Zupełnie jednak inaczej przedstawiają się dla Strasburgera możliwości interpretacji w trzeciem wydaniu „Zellbildung und Zelltheilung" (1880). Według wyrażonego tu poglądu, przegroda pierwotna zbudowana jest z ziaren zbliżonych do skrobi i celulozy i jako taka przechodzi bezpośrednio w błonę celulozową *). Istnieją jednak duże trudności w przeprowadzeniu dokładnej analizy mikrochemicznej: w wielu wypadkach ziarna zdają się reagować tak, jak białka. Trudności te doprowadziły z czasem Strasburgera do zupełnej zmiany poglądu. W roku 1882 przypisywał autor przegrodzie pierwotnej już tylko cytoplasmatyczny charakter. Są to — jak sądzę — wahania i wątpliwości zupełnie tej samej kategorji, co wątpliwości w odniesieniu do struktury powstającej przegrody pierwotnej. Ponieważ jednak ryciny, podawane przez Strasburgera nie ulegały żadnym zmianom a do tego doszły jeszcze trudności w badaniach mikrochemicznych, przeważyła przeto myśl o rozszczepianiu się wzdłuż przegrody pierwotnej i o tworzeniu się błony komórkowej dopiero w tak powstałej szczelinie.

Poglądy o podwójnej naturze przegrody pierwotnej ustaliły się w nauce bardzo wcześnie, dzięki temu, że na materjale utrwalonym następuje często — naskutek plasmolizy — rozszczepienie fragmoplastu w tem miejscu (por. ryc. z pracy Tschistiakoff, z r. 1875, jeszcze przed książką Strasburgera).

Obserwując przeto na preparatach odpowiednio skurczonych (patrz ryciny Strasburgera 1875 — 1880) rozszcze-

---

*) W podręczniku Sharpa-Jaretzky'ego (1931) mamy poglądy te przedstawione błędnie. Według Jaretzky'ego Strasburger w r. 1875 był zdania, że „Zellplatte" przechodzi bezpośrednio w „Mittellamelle". Jest to właśnie pogląd z roku 1880. Zresztą i ten nie jest przedstawiony przez J. właściwie.

pienie pośródku komórki, przyjęto pogląd o rozszczepianiu się przegrody pierwotnej, która miała być pierwotnie jednolitą. Eksperymentalne badania nad rozszczepianiem protoplastu w płaszczyźnie „Zellplatte” zapomocą plasmolizy są również bardzo wczesne. Dokładną taką analizę żywej komórki przeprowadził Treub (1878), plasmolizując ją azotanem potasu. Treub przekonał się wówczas, że błona komórkowa powstaje pomiędzy dwiema połówkami „Zellplatte”. Metoda plasmolizowania, jako pomocnicza metoda badań nad zjawiskami cytokinezy znaną była zresztą już z tych czasów, kiedy za jedyny sposób podziału ciała komórki roślinnej przyjmowano przewężenie „Primordialschlauch”. Wszyscy badacze ówcześni posługiwali się na szeroką skalę środkami, odciągającemi wodę (patrz Hofmeister, 1867). Nägeli i Schwendener (1877), polemizując z „Zellplattentheorie” Strasburgera, czynią temu autorowi zarzut, że nie badał on protoplastu zapomocą rzeczonej metody*).

Dla wytłumaczenia wszystkich tych obrazów rozszczepionego w równiku komórki protoplastu przyjęto istnienie „rozszczepiania się przegrody pierwotnej”. W samem zaś wyrażeniu tkwi już pojęcie utworu o stałej konsystencji.

Poglądy Strasburgera i Treuba poparł Mottier (1897), także Timberlake (1900) a przedewszystkiem Allen (1901). Dla Allena taki sposób powstawania błony komórkowej znajduje swój wyraz w podwójnej strukturze blaszki środkowej (Mittellamelle). Podobne myśli, oparte zresztą na całkiem teoretycznych i błędnych założeniach wypowiedział niedawno Greger (1928).

Od samego początku badań nad cytokinezą istniał wszakże pogląd inny, głoszący, że przegroda pierwotna nie ulegając żadnemu rozszczepianiu przechodzi drogą przemian fizykochemicznych w błonę komórkową. Pogląd ten, wyrażany — jak to widzieliśmy wyżej — i przez Strasburgera, reprezentuje przedewszystkiem Carnoy (1885).

---

*) „Bei Untersuchungen dieser Art genügt es nicht, die unveränderte Zelle zu beobachten. Es ist unbedingt nothwendig, durch wasserentziehende Mittel das genaue Verhalten des Promordialschlauches in den verschiedenen Stadien der Theilung klar zu legen, — eine Methode, welche Strasburger (über Zellbildung und Zelltheilung) der die Zellplattentheorie zu begründen suchte, leider nicht angewandt hat. (Nägeli i Schwendener, 1877, str. 554).

W czasach ostatnich zdaje się panować pogląd pierwszy; znajdujemy go przedewszystkiem w szeregu prac specjalnych z tego zakresu (Yamaha, 1920—1926; Goldstein, 1925; Reeves, 1928; Piech, 1927—1928; Bělař, 1929) a po wtóre wszedł on do podręczników i kompedjów cytologicznych. Němec (1930) wyobraża sobie nawet, że rozszczepianie się jednolitej przegrody pierwotnej zachodzi przez jej wakuolizację. Pogląd drugi reprezentuje dziś tylko belgijska szkoła w osobach Martensa i Robynsa*), oraz Dembowski (1930) i Yasui (1931).

W badaniach nad cytokinezą chodziło mi o zbadanie stosunku przegrody pierwotnej do przyszłej błony komórkowej, a więc o rozstrzygnięcie zagadnienia czy błona ta powstaje przez przemianę odmieszanych kropelek „Zellplatte" czy też całkiem wtórnie (por. Bèlar, 1929), i jak przedstawia się sprawa z dyskutowanem do ostatnich czasów rozszczepianiem się „Zellplatte". W badaniach tych stosowałem w dalszym ciągu metodę barwienia za życia, przeprowadzając w danym wypadku witalne barwienie błon komórkowych, dalej metodę plasmolityczną, wreszcie obserwacje w ciemnem polu widzenia i w świetle spolaryzowanem.

Przy opracowywaniu metody witalnego barwienia w zastosowaniu do błon komórkowych nasunęła się odrazu trudność, polegająca na tem, że nie wszystkie barwiki błonowe dają się w jednakowym stopniu stosować do różnych objektów. Przeprowadzone przeze mnie w tym kierunku badania uzasadniły dostatecznie tę trudność, wskazując na znaczenie, przy witalnem barwieniu błon, żywej plasmy stojącej w kontakcie z tą błoną (Gicklhorn, 1931; Prat, 1931). W doświadczeniach przerabianych wówczas zdołałem powtórzyć badania Nolla (1887), potwierdzając na akwarjowym materjale *Cladophora* jego wyniki, tudzież badania Klebsa (1886 — 88) z czerwienią Congo (na *Zygnema* i *Spirogyra*). Żaden jednak z wymienionych odczynników nie nadawał się następnie do dzielących się komórek trzykrotki. Zabiegi Nolla w zastosowaniu do włosków pręcikowych *Tradescantia* były kłopotliwe, a co więcej nie dawały wyraźnego zabarwienia na błonach poprzecznych. Czerwień Congo, barwik

*) Pewne ustępstwa od tego poglądu zdaje się czynić Jungers (1931 r.).

wysoce koloidalny (Höber, 1909; Küster, 1912), nic we włoskach trzykrotki wyraźnie nie wybarwiała. W komórkach leżących w silnym roztworze tego barwika przez czas dłuższy (6 — 8 godz.) barwią się słabo wakuole i błony podłużne komórek, wcale natomiast nie barwią się błony poprzeczne. Cała mitoza począwszy od wczesnych profaz, przebiega w tym barwiku zupełnie normalnie. Pamiętajmy zresztą, że według Mangina (1892) czerwień Congo jest odczynnikiem na celulozę nie barwi natomiast pektyn (patrz także Klebs, 1886 — 1888; Zacharias, 1891; Wisselingh, 1924).

Bardzo dobre rezultaty w witalnem barwieniu błon komórkowych dały mi wodne roztwory pyroniny w zastosowaniu do skórki z łusek cebuli. Preparat ten chwyta barwik bardzo szybko, a po przemyciu, otrzymuje się błonę ceglasto-czerwoną. Jednocześnie cytoplasma może się zabarwiać różowo, tak samo jak i jądra, które mają wówczas zupełnie normalną budowę, charakterystyczną dla jąder bogatych w chromatynę i nie przypominają wcale budowy uszkodzonych jąder z barwienia Gicklhorna (1927, por. Strugger, 1931). W komórce z błoną zabarwioną ceglasto-czerwono i z wiśniowo-różowemi cytoplasmą i jądrem można obserwować żywy ruch plasmy, nieraz jeszcze po 6 godzinach. Ta sama pyronina w zastosowaniu do listków *Rhoeo discolor* daje o wiele gorsze wyniki. Wybarwiać mogą się błony, cytoplasma i jądro; plastydy pozostają bezbarwne.

Cladophora, zanurzona na krótką chwilę w mocny roztwór pyroniny wykazuje momentalnie piękne ceglaste zabarwienie błon. Jednakże po 12-godzinnym pobycie w wodzie, błony odbarwiają się, a w cytoplasmie pojawiają się jakieś barwne ziarenka. Nakoniec próby robione z włoskami pręcikowemi trzykrotki nie dały należytych wyników, aby barwik ten można było stosować do badań nad cytokinezą.

Efektowne wyniki barwienia błon osiągnąć można stosując hematoksylinę. Skórkę z łusek cebuli przenosiłem do słabego roztworu $FeSO_4$ (mało szkodliwego dla komórki roślinnej, por. Yamaha, 1927). Przekonałem się, że nawet dłuższe leżenie w tym roztworze (ponad 4 godz.) nie zabija komórek i nie hamuje ruchów cytoplasmy. Po przepłukaniu preparatu czystą wodą, przenosiłem go do wodnego roztworu hematoksyliny (1 : 1000), poczem momentalnie występowało czarno-granatowe zabarwienie błon komórkowych. Jądra i cy-

toplasma pozostawały bezbarwne; ruchy cytoplasmy nie ustawały. Równie dobre rezultaty dawała mi hematoksylina zastosowana do *Cladophora*. W przeciwstawieniu do pyroniny błony komórek tego glonu nie odbarwiały się nawet po 12-godzinnym pobycie w czystej wodzie. Barwienie samą tylko hematoksyliną, bez uprzedniego bejcowania solami żelaza, okazało się o tyle niedobrem, że zabarwienie błon występowało tu powoli. Dłuższe zaś przetrzymywanie objektu w roztworze hematoksyliny wpływa na komórki bardzo niekorzystnie (por. Bank, 1928/29). Metoda hematoksylinowa w zastosowaniu do włosków pręcikowych *Tradescantia* okazała się jednak niewygodną. Błony poprzeczne komórek nie wybarwiały mi się dostatecznie silnie.

Wobec wszystkich tych niepowodzeń należało szukać takiego barwika, któryby dał dodatnie rezultaty przedewszystkiem w zastosowaniu do włosków trzykrotki. Wybór padł na fenosafraninę *). Barwik ten może oddać usługi ze względu na to, że z wielką łatwością wybarwia we włoskach pręcikowych trzykrotki wszystkie błony komórkowe. Jak to podałem w innem miejscu (Becker 1933 a) barwią się również fenosafraniną ziarnistości w cytoplasmie, przyczem komórki wykazują najczęściej różne zjawiska degeneracji. Przekonawszy się jednak, że wczesne zabarwienie błon komórki a nawet i utworów cytoplasmatycznych nie wpływa wcale na charakter barwienia się przegrody pierwotnej, która przy użyciu tego barwika jest stale bezbarwna, stosowałem fenosafraninę do badań nad tworzeniem się błony już w ostatnim momencie przed cytokinezą lub nawet w czasie jej samej. Przy wybarwionych błonach podział komórki może dobiec do końca. Wprawdzie po przemyciu preparatu czystą wodą następuje z biegiem obserwacji odbarwienie się błon, można je wszakże w każdej chwili zabarwić nową porcją barwika.

Wskazanem jest szybkie przemywanie objektu czystą wodą ze względu na szkodliwe działanie fenosafraniny.

Gdy obserwujemy cytokinezę w komórkach barwionych barwikami azynowemi, przegroda pierwotna, zabarwiona za życia, dosięga błon komórki macierzystej i pozostaje tak przez

*) Według Pfeffera (1886) barwi safranina witalnie cytoplasmę komórki. Ruhland (1924) opisuje barwienie się wakuol tym barwikiem. Do barwienia błon komórkowych, jako odczynnik na pektyny stosował safraniny Mangin (1891 — 92).

pewien czas, ulegając stopniowemu odbarwieniu. Po upływie mniej więcej 30 minut otrzymuje się na jej miejscu bezbarwną linję, zupełnie typową dla komórek niebarwionych. Przy kręceniu śrubą mikrometryczną widać wyraźnie szczelinę, wytworzoną przez oponki plasmatyczne, plasmoliza zaś pozwala stwierdzić pośrodku istnienie bezbarwnej błony podziałowej. Zjawiska te odbywają się zupełnie niewspółcześnie z takim czy innym rozwojem fragmoplastu. W jednych wypadkach „Zellplatte" odbarwia się zupełnie, plasmolizą zaś stwierdzamy obecność błony komórkowej, wtedy, gdy cytoplasma pomiędzy pochodnemi jądrami zachowuje jeszcze wszystkie cechy fragmoplastu. W innych razach fragmoplast ginie wcześnie i jednocześnie odbarwia się przegroda pierwotna. Z drugiej strony moment pojawiania się stałej błony jest również niewspółczesny z innemi zjawiskami na terenie protoplastu: wytwarzać może się ona bardzo wcześnie, wkrótce po zajęciu całego przekroju komórki przez fragmoplast, lub też brak jej i po dłuższym okresie czasu (plasmoliza). W większości jednak normalnych wypadków stała, wzgl. półstała przegroda zjawia się bardzo wcześnie przy istniejącym jeszcze i zupełnie typowym fragmoplaście, oraz przy zabarwionej jeszcze przegrodzie pierwotnej. Dzięki temu w pewnych wypadkach stwierdzić można z całą pewnością istnienie bezbarwnej linji (błony komórki) wewnątrz zabarwionej jeszcze szczeliny, jaką tworzą oponki plasmatyczne (B e c k e r, 1932d). Najwyraźniej obserwowałem takie obrazy na dzielących się komórkach ze skórki młodych listków cebuli, chociaż i u trzykrotki zdołałem je również otrzymać. Zabarwienie t. zw. „Zellplatte" jest wówczas zlokalizowane do brzegów plasmatycznych ograniczających szczelinę fragmoplastu. Samo zjawisko jest zapewne wynikiem słabego odpęcznienia (plasmolizy) komórki i rozszczepienia się jej w płaszczyźnie przegrody pierwotnej (por. B e c k e r, 1932 d).

Zupełnie odwrotne obrazy barwienia się obserwujemy, stosując przy cytodjerezie barwik błonowy — fenosafraninę. Otrzymujemy bezbarwne ziarenka przegrody pierwotnej, potem możemy stwierdzić szczelinowy charakter tej struktury, wreszcie w jakieś 30 minut po wytworzeniu całkowitej jej linji, we wnętrzu jej bezbarwnego rysunku zaczyna się pojawiać ceglasto-czerwona linja błony komórkowej. I znowu moment pojawienia się wyraźnej czerwonej linji nie idzie w pa-

rze z jakiemiś określonemi zmianami cytoplasmy. W jednych wypadkach pojawia się ona przy istniejącym jeszcze i typowym fragmoplaście (fot. 9 tabl. II), w innych widać zaczerwienienie dopiero wówczas, gdy jądra pochodne zbliżają się już do tworzącej się błony, z fragmoplastu zaś pozostają tylko resztki.

Decydujące znaczenie w badaniach tego rodzaju posiada metoda plasmolityczna, której historyczne znaczenie podkreśliłem wyżej, a która i ostatnio stosowana była do badań nad zjawiskami cytodjerezy w pracach Belara (1929) i Dembowskiego (1930). Posiłkując się nią, postawiłem sobie za zadanie dokładne zbadanie wyników plasmolizy w różnych momentach naszej cytokinezy. Rezultaty tych badań dadzą się ująć jak następuje:

1) Jeżeli plasmolizować komórkę zaraz po pojawieniu się struktur fragmoplastu i przegrody pierwotnej, zabarwionych witalnie lub bezbarwnych, to w miejscu przegrody pierwotnej następuje rozerwanie protoplastu; tworzą się szczeliny (wakuole wdłg. Belara) w równikowej strefie komórki. Po częściowej deplasmolizie widzimy dwa oddzielne protoplasty komórek pochodnych bez śladu jakiejkolwiek stałej błony podziałowej (fot. 1—3, 8 tabl. II). Wyniki powyższe zgodne są z wynikami badań plasmolitycznych Belara, oraz z mojemi poprzedniemi doświadczeniami nad komórkami barwionemi za żywa (1932 d).

2) Jeżeli plasmolizować komórkę wkrótce po zajęciu przez linję „przegrody pierwotnej" całego przekroju komórki, to albo osiąga się wynik taki, jak podany wyżej (p. 1), albo też pomiędzy dwoma protoplastami komórek pochodnych stwierdzić można istnienie cieniutkiej, delikatnej linji. Linja ta ma — we wczesnych stadjach — wyraźną ziarnistą budowę (fot. 5—7 tabl. II). W doświadczeniach, w których przegrodę pierwotną barwiono witalnie, wszystkie te struktury były bezbarwne. Jak wiemy, przy plasmolizie następuje odbarwienie się „Zellplatte". W doświadczeniach, w których barwiono za życia błony komórkowe, cieniutka, ziarnista błona jest również bezbarwna. Być może jest ona tak delikatną, że czerwonego zabarwienia na niej nie znać, gdy inne błony są mocno czerwone, być może jednak, że w tym momencie błonka nie barwi się jeszcze fenosafraniną. Do badań tych próbowałem stosować czerwień rutenową. Wy-

barwia ona błony trzykrotki na różowo, chociaż słabiej niż fenosafranina. Przegroda pierwotna pozostaje bezbarwna, podziały idą normalnie, począwszy choćby od profaz. Cieniutka błona jak na fot. 6, 7 też zdaje się być bezbarwną. Dopiero wyraźna błona komórkowa w starszych stadjach daje z czerwienią rutenową wyraźne zabarwienie czerwone, takie jak fenosafranina na fot. 9—10.

3) Jeżeli plasmolizować komórkę w momencie, gdy pośrodku fragmoplastu pojawi się czerwona linja wybarwiona fenosafraniną lub czerwienią rutenową, to plasmoliza pozwala stwierdzić istnienie dojrzałej, już jednolitej i zabarwionej błony komórkowej (fot. 9—10 tabl. II).

Podkreślić w tem miejscu muszę, że plasmolizowanie włosków pręcikowych *Tradescantia* natrafia na pewne trudności, na które już w swoim czasie zwróciłem uwagę (1932 d). Doskonałą plasmolizę komórek bez skręcania się włosków — co uniemożliwia obserwację — osiągnąć można stosując $^1/_2$ norm. roztwór KNO_3; jednakże w momentach opisanych pod p. 2 i 3 jest rzeczą bardzo trudną, wręcz niemożliwą oderwać cytoplasmę od miejsca tworzącej się błony (fot. 11 — 12 tabl.). Są to zjawiska w literaturze dobrze znane, opisane ostatnio w pracy G r a t z y i W e b e r a (1931) a zebrane w artykule W e b e r a „Plasmolyse-Ort" (1929 *). Przy użyciu bardzo mocnych roztworów cukru i przy bardzo silnej plasmolizie, włoski ulegają skręceniu; po częściowej jednak deplasmolizie można stwierdzić stosunki opisane wyżej i podane na fotografjach.

Na zasadzie szeregu tych obserwacyj i doświadczeń z komórkami barwionemi w różny sposób i plasmolizowanemi, możemy wyrazić przypuszczenie, że w przypadku cytodjerezy omawianego typu, mamy do czynienia ze stopniowem przechodzeniem substancyj, tworzących „ziarna" (kropelki) przegrody pierwotnej w substancje błonowe. Jednym z najważniejszych momentów, przemawiającym za takiem pojmowaniem sprawy jest owa ziarnista budowa, jaką wykazuje młodziutka błona w pewnym momencie swego rozwoju. Obserwowałem ją wielokrotnie zarówno w barwionych za życia, jak i w zwykłych niebarwionych komórkach, byleby tylko splasmolizować je we właściwej chwili. Błona ta opiera się

---

*). Patrz także K ü s t e r, 1929.

działaniu kwasu octowego. Z doświadczeń tych wynika jeszcze jedno: że t. zw. oponki cytoplasmatyczne komórek pochodnych powstają w momencie odmieszania kropel „Zellplatte". Dla pełnego więc zdania sobie sprawy z procesu omawianej cytodjerezy możemy ją obecnie zdefinjować jako kropliste odmieszanie się cytoplasmy komórki w określonej strefie; podczas tego odmieszania następuje rozdzielenie jednego poprzednio protoplastu na protoplasty pochodne; substancja wydzielona z cytoplasmy w postaci kropel przechodzi na drodze zmian fizyko-chemicznych w stałą błonę, dzielącą komórki. Określenie powyższe jest uzupełnieniem naszej poprzedniej definicji (1932 d), gdzie sprawa stosunku przegrody pierwotnej do błony komórkowej nie była brana pod uwagę.

Stanowisko, zajęte przeze mnie w tej ostatniej materji zbliżone jest mniej lub więcej do pewnych poglądów Strasburgera (z roku 1880), Carnoy, Robynsa i Yasui. Pozornie sprzeczne wyniki doświadczeń plasmolitycznych Bělařa i Dembowskiego dają się łatwo uzgodnić: autorowie ci plasmolizowali komórki w stadjach różnych, choć może bliskich sobie. Wyjaśnia to porównanie naszych doświadczeń i fot. 1 — 3 z fot. 5 — 7, 9 — 10.

Dla ostatecznego załatwienia półwiekowego sporu nad kwestją „rozszczepiania" się t. zw. przegrody pierwotnej należy rozważyć samą treść terminu „Zellplatte". Przy dynamicznem ujęciu zjawiska cytodjerezy, w definicji tylko co przeze mnie podanej niema pod tym względem żadnych wątpliwości. W ujęciu zaś morfologicznem, statycznem, Strasburgera i in. zupełnie nie wiadomo o czem dany autor myśli, pisząc o „Zellplatte". Dla jednych jest to sprawa oponek cytoplasmatycznych, dla drugich zaś oponek wraz z materją zawartą między niemi, dla trzecich wreszcie samej tej materji z wykluczeniem oponek.

Strasburgerowski termin „Zellplatte" użyty został — jak wiemy — pierwotnie do określenia szeregu ziaren, występujących w równikowej strefie wrzeciona. W dalszym ciągu jednak terminem tym określa się ciągłą linję rozszczepioną lub nierozszczepioną. W obserwacjach Martensa i Robynsa zarówno na materjale utrwalonym jak i witalnych linja „dépôt continu" nie mówi nic bliżej poza czysto wzrokowem powierzchownem określeniem linjowego charakteru t. zw. przegrody pierwotnej. Powstaje pytanie czy mamy pra-

wo termin „Zellplatte" stosować we wszystkich tych znaczeniach. Początkowo mamy do czynienia z szeregiem kropel, potem powstaje z nich stała względnie półstała błonka, jednocześnie obserwacja morfologiczna linji „Zellplatte" wykazuje szczelinowy jej charakter. W szczelinie tej, wytworzonej przez rzucające się w oczy oponki plasmatyczne leży błona, wykształcająca się stopniowo. Którą z tych struktur mamy zaliczyć do kategorji „Zellplatte"? W mojem rozumieniu niema mowy o istnieniu jakiejś trwalszej, dłużej istniejącej struktury, którą moglibyśmy terminem powyższym określić. Nie można też mówić o różnych zmianach i zjawiskach, zachodzących w tej strukturze. Jest to raczej szereg szybko pojawiających się i zmieniających struktur protoplastu. Zamiast pytać jaką ma strukturę „Zellplatte", słuszniej jest — jak mniemam — zapytać, jaki mają charakter przemiany zachodzące w protoplaście; zamiast pytać czy i kiedy „Zellplatte" ulega rozszczepieniu lepiej pytać kiedy i w jaki sposób rozszczepieniu (podziałowi) ulega protoplast. Musimy jednak w tem miejscu odrazu podkreślić, że mówiąc o rozszczepianiu się i podziale protoplastu nie rozumiemy pod tym terminem nic więcej jak tylko powstawanie tego, co nazywamy oponkami plasmatycznemi (Hautschicht; por. Becker 1932 d). Podczas cytokinezy wytwarzają się oponki plasmatyczne komórek siostrzanych (1932 d). Znając jednak fakty dowodzące, że błona komórkowa jest ściśle związana z protoplasmą (Hecht, Hansteen-Cranner, Küster, Guilliermond, Weber, Gicklhorn, Prat i in.; patrz Küster, 1929), pod terminem „Hautschicht" nie rozumiemy tej oponki sztucznej jaką wywołuje się każdorazowo plasmolizą, lecz tę rzeczywistą oponkę, zdolną następnie kierować procesami wzrostowemi błony (plasma kortykalna Justa-Linsbauera, 1933).

Należy bowiem pamiętać, że kropelki z których powstaje błona komórkowa mogą nie mieć jednakowych własności na całym swym przekroju (1932 d)*). W takim razie powstała błona jest jakby poprzedzielana pasemkami innej substancji. Nie wiemy również nic o tem, czy niteczki plasmatyczne po-

---

*) W jakim stosunku właściwość ta pozostawać może do struktury „dermatosomów", którym ostatnio Lüdtke (1933) przypisuje również oponkę [z „Hautsubstanz", tego w tem miejscu nie możemy dyskutować.

między poszczególnemi kroplami (ziarnami) nie pozostają czasem i jakim wówczas ulegają zmianom. A pewne obrazy plasmolizy młodych stadjów powstawania błony (jak na fot. 6, 7) zdają się jednak za tem przemawiać. Fakt, że młoda błonka komórkowa, mająca już stałą wzgl. półstałą konsystencję, zachowuje jednak jeszcze swój ziarnisty charakter, daje w każdym razie dużo do myślenia.

Wszystkie obserwowane przeze mnie najmłodsze stadja stałej lub półstałej błony, przedzielającej komórki, tworzyły zawsze jedną linję, wykazującą tylko z czasem pewne reakcje mikrochemiczne. Przyjmując tedy, że błonka taka w przypadku *Tradescantia* staje się albo całkowitą przegrodą komórek włoska, albo conajmniej środkową częścią tej przegrody po przybyciu zgrubień wtórnych, jeśli te są), stwierdzić musimy, że jest ona tylko pojedyńcza. Jeżeli ją mamy zatem uważać za blaszkę środkową błony (Mittellamelle), to nie możemy zgodzić się ani z dawnemi wywodami Allena (1901 ani ze współczesnemi Gregera (1928, dla których „Mittellamelle" ma być podwójnej struktury. Taka podwójna struktura daje się stwierdzić dla oponek cytoplasmatycznych, wreszcie dla wszelkich zgrubień wtórnych, trzeciego i czwartego rzędu, osadzanych appozycją przez te oponki. W żadnym razie nie można tego powiedzieć o błonce powstałej z kropel odmieszanych przez protoplast.

I znowu powtórzyć trzeba to samo, co wyżej powiedziałem o terminie „Zellplatte". Nieporozumienia na temat „mittellamelli" trwać będą tak długo, jak długo nie ustali się ścisłej definicji tego pojęcia. Zbytecznem byłoby — z uwagi na pracę Gregera — przytaczać w tem miejscu, co różni autorowie rozumieli pod tym terminem. W mojem rozumieniu termin ten winien się odnosić właśnie do pojedyńczej błonki, powstałej przy cytokinezie drogą odmieszania płynnej uprzednio substancji. W komórkach starszych, o błonach silnie zgrubiałych, ta zasadnicza błona ulegać może różnym wtórnym przemianom, aż do zaniku włącznie. W tych jednak wypadkach mówić raczej należy o zaniku, braku blaszki środkowej, na miejscu której pozostaje szczelina.

*

* *

Jak już zaznaczyłem wyżej, na wstępie niniejszego rozdziału, do obserwacyj swoich nad cytokinezą próbowałem

zastosować również ciemne pola widzenia i światło spolaryzowane.

W ciemnem polu (kondensator paraboloidowy Zeissa) świeciły tylko błony podłużne włosków pręcikowych trzykrotki, metoda ta zatem nie nadawała się do moich celów. Samem zjawiskiem tem byłem dość zaskoczony, znając opisy i ryciny Guilliermonda (1930 a), tyczące się włosków *Nicotiana Tabacum*, w których w-g Guilliermonda świecą również i błony poprzeczne. Przekonałem się wszakże o słuszności obserwacyj tego autora. Włoski pręcikowe trzykrotki zachowują się pod tym względem odmiennie. Podobnie, jak błony poprzeczne komórek włosków *Tradescantia*, zachowywały się w mych obserwacjach i nitki *Zygnema*, plasmolizowanej i barwionej czerwienią Congo metodą Klebsa (por. wyżej). W ciemnem polu widzenia świeciły tutaj tylko skurczone protoplasty i podłużne błony komórek. Zupełnie natomiast nie było widać błon poprzecznych ani też opon, wytworzonych dokoła protoplastów. Jednocześnie, czerwienią Congo barwiły się różowo wspomniane opony (zgodnie z Klebsem), oraz na ceglasto środkowe części każdej z błon poprzecznych. Barwiły się więc te struktury, których w ciemnem polu nie było widać. Jak widzieliśmy wyżej, próby zastosowania czerwieni Congo do włosków pręcikowych trzykrotki zawiodły.

Obserwacje w świetle spolaryzowanem pokrywają się w pewnym sensie z obserwacjami nad witalnem barwieniem błon. Sama metoda badania błon tą drogą, opracowana już przez Mohla, Nägelego, Corrensa, Wiesnera, była ostatnio stosowana na szerszą skalę przez Scartha, Gibbsa i Spiera (1929). Z badań autorów tych wynika, że celuloza może być tą drogą wykryta nawet wówczas, gdy pomiędzy micellami celulozy znajdują się ciała pektynowe i ligninowe. Izotropowość tych ciał nie maskuje anizotropji celulozy *).

Przypomnijmy sobie doświadczenia z fenosafraniną. Kropelki, ukazujące się na fragmoplaście są bezbarwne; ciągła napozór linja (szczelina) jest również bezbarwna. W jakieś mniej więcej 30 minut po jej całkowitem wytworzeniu poja-

*) Opierając się na dowiedzionej krystalicznej naturze micelli celulozy, mógł Frey (1926, 1927) zbadać zapomocą metody polaryzacyjnej ułożenie tych micelli w rozmaitych błonach, lub nawet w obrębie jednej błony.

wia się pomiędzy oponkami różowe zabarwienie błony. Jeżeli jednak splasmolizujemy komórkę w międzyczasie, to stwierdzimy istnienie cienkiej błony jeszcze niezabarwionej i czasem ziarnistej.

W mikroskopie polaryzacyjnym, przy skrzyżowanych Nikolach wszystkie błony komórek włosków pręcikowych trzykrotki świecą żywo. Świecenie to naprzemian gaśnie i zapala się przy obrocie stolika mikroskopu. Tworzące się na fragmoplaście kropelki, tudzież wykształcona linja w równiku fragmoplastu nie świecą. W jakieś 30 minut po zajęciu przez tę linję całego przekroju komórki rozpoczyna się słabe świecenie, które po kilku minutach nabiera siły, właściwej wszystkim starszym błonom. Jeżeli wkrótce po całkowitem wytworzeniu linji na fragmoplaście splazmolizujemy komórkę, tak, że stwierdzimy w niej istnienie błony w rodzaju przedstawionej na fot. 6 — 7 to błona ta w świetle spolaryzowanem nie świeci. Świecenie rozpoczyna się — jak to wynika z porównania czasów — w tym momencie, kiedy zaczynamy wyróżniać wyraźnie zabarwienie błony. Można to zresztą sprawdzić na komórkach z błonami zabarwionemi fenosafraniną. Świecą one w świetle spolaryzowanem barwą pomarańczową. Świecenie nowopowstającej błony rozpoczyna się mniej więcej po 30 minutach, licząc od chwili całkowitego rozdzielenia protoplastu i jest również pomarańczowe.

Ze wszystkich tych obserwacyj zdaje się wynikać jedno: *że z płynnych ziarenek stała wzgl. półstała błona tworzy się wcześnie, wkrótce po całkowitem wykształceniu się fragmoplastu i linji rozdzielającej protoplast. Proces jej przemiany w błonę komórkową zachodzi dopiero w jakieś pół godziny potem.* Przebiega on szybko—w kilka minut (krystalizacja?). Oto dane zaczerpnięte z obserwacyj 12 — 13 lipca 1933 roku.

Czas, upływający do chwili tej przemiany okazał się względnie stałym. Prawdopodobnie zależy on jednak od różnych warunków zewnętrznych. Obserwacje moje, z których czerpane są niżej podane daty, odnoszą się do włosków, badanych w czerwcu i lipcu, w temperaturze pokojowej, w wodzie wodociągowej, niekiedy z dodatkiem odpowiednich barwików. Preparaty były przykrywane bezpośrednio szkiełkiem pokrywkowem.

TABELA I.

Rozpoczęcie odmieszania godz.	Koniec odmieszania*) godz.	Rozpoczęcie świecenia błony kom. godz.
16.20	16.35	16.55 — 17
13.55	14.6	14.27 — 14.30
19.20	19.30	19.51 — 20
18.13	18.23	18.55
9.10	9.22	9 47 — 9.54
10.10	10.18	10.50
11.32	11.47	12.15

Poza metodą barwienia za życia jedynie tylko obserwacje w mikroskopie polaryzacyjnym zezwalają nam na wyraźne rozdzielenie dwu faz cytokinezy: odmieszania kropel, tworzenia oponek plasmatycznych i stałej wzgl. półstałej błonki pomiędzy niemi z jednej strony oraz powstawania właściwej błony komórkowej — z drugiej. W komórkach niebarwionych oraz obserwowanych w zwykłym mikroskopie, gdzie cała linja, tworzących się struktur jest bezbarwna, możemy co najwyżej stwierdzić kroplisty charakter początków odmieszania i szczelinowy charakter bardziej zaawansowanej linji (oponki plasmatyczne). Tylko przeto eksperymentalna analiza komórki zapomocą wskazanych wyżej metod, zdaje nam pełną sprawę z rozgrywających się tu procesów. Wprowadzenie zaś dla wszystkich przejawiających się tu struktur jednego terminu „Zellplatte", „przegroda pierwotna" wprowadza jedynie szereg nieporozumień i niepotrzebnych sporów. W tym wypadku, dynamiczne ujęcie zjawiska, przedstawia nam całą sprawę—jak sądzę—prościej i w bardziej przejrzysty sposób (Chlopin, por. wyżej).

Na jeden jeszcze szczegół pragnę zwrócić uwagę. W obserwacjach moich prowadzonych w mikroskopie polaryzacyjnym, świecenie powstającej błony rozpoczynało się zawsze wówczas, gdy linja tworzących się tu struktur zetknęła się ze ścianami komórki macierzystej. Jeżeli naskutek jakiejś patologji zetknięcie to nie nastąpiło, fragmoplast nie zajął całego

*) W ten sposób oznaczałem chwilę, w której obserwowana linja zajęła cały przekrój komórki.

przekroju komórki, to świecenie nie następowało nigdy. Cytokineza kończyła się jedynie rozdzieleniem protoplastu.

Zjawisko to w związku z ostatniemi badaniami Linsbauera (1929, 1933) zdaje się wskazywać na ogólniejsze znaczenie zewnętrznej części oponki plasmatycznej („kortikales Plasma" wdłg Linsbauera) przy procesach tworzenia błony. Na czem wpływ ten polega, tego nie możemy w tem miejscu przesądzać. Przypomnę jedynie, że podobne zróżnicowanie funkcyjne protoplastu na jądro, cytoplasmę i pewną zewnętrzną (rozmaicie zresztą definjowaną) „Hautschicht" przyjmowali już Strasburger (1875), Berthold (1886), a wreszcie Wiesner w swej teorji „dermatoplasmy" (patrz Wiesner, 1890).

V. O WARTOŚCI METODY BARWIENIA ZA ŻYCIA.

Wprowadzenie przez nas do badań nad podziałem komórki metody barwienia za życia wkłada na nas obowiązek dokładnego zapoznania się z wartością tej metody i jej wszelkiemi brakami. Jak w każdej eksperymentalnej metodzie badań morfologicznych kwestja wierności otrzymanych obrazów stoi na pierwszem miejscu. Dlatego też — jak sądzę — charakter wpływu użytych tu barwików witalnych na struktury dzielącej się komórki stanowi dla nas zagadnienie specjalnie ważne i interesujące*). Działanie pewnych barwików wakuolarnych użytych do barwienia za życia t. zw. przegrody pierwotnej, t. j. pierwszych stadjów odmieszania substancyj błonotwórczych poddałem analizie w pracach poprzednich zarówno na materjale utrwalonym, jak i in vivo (1929, 1930, 1932a, 1933 a).

Błękit toluidyny i tionina, dwa barwiki tioazynowe wywołują w dzielących się komórkach silne zaburzenia typu „Entquellungsformen", podobnie jak to miało miejsce z błękitem metylenowym. Błękit kresylowy, barwik oksyazynowy w działaniu swem jest do nich podobny. Dużą jednak cechę dodatnią tego barwika stanowi jego szybka i łatwa przenikliwość do komórki, co pozwala na stosowanie do barwienia witalnego rozcieńczonych stosunkowo roztworów. Najzupeł-

*) Wpływ plasmolizy na komórkę roślinną omówił Albach, 1929, 1931.

niej normalne podziały w zabarwionych witalnie komórkach obserwowałem ostatnio wielokrotnie posługując się tym właśnie barwikiem. Wyraźnie fjoletowy ton zabarwionego w równiku fragmoplastu pasemka nie pozostawia również nic do życzenia.

Najważniejszą dla nas rzeczą przy badaniach nad cytokinezą, jest jednak nie wpływ tych barwików na podział jądra, lecz wpływ ich na samą cytodjerezę. Jak to już podałem poprzednio (1932d) odpęczniające działanie tych barwików, użytych w silnej koncentracji, nie przeszkadza wprawdzie odmieszaniu się kropel w równiku wrzeciona cytokinezy, powodując jednak słabsze lub silniejsze odpęcznienie struktur protoplastu, tak, jak słaba plasmoliza, może wywołać nawet rozszczepienie w równiku fragmoplastu (1932d, fot. 6—9). W takich wypadkach odpęcznienia błona komórkowa może się nie tworzyć i chociaż w następstwie fragmoplast zanika, to otrzymujemy tylko dwie komórki, posiadające własne protoplasty nie przedzielone natomiast żadną błoną (por. B e l a r, 1929). Być może nawet, że zjawisko barwienia się t. zw. przegrody pierwotnej, jako artefakt witalny, jest przejawem takiego słabego, czy silniejszego odpęcznienia (1932d).

Jak widzieliśmy jednak, w wielu obserwowanych przezemnie razach, przy zupełnie typowej karjokinezie następuje całkowite odmieszanie barwnych kropel w równiku wrzeciona, wreszcie odbarwienie tych struktur, plasmoliza zaś pozwala stwierdzić istnienie normalnej błony pomiędzy komórkami. Tak więc jak w patologji podziału jądra, tak i w patologji cytodjerezy możemy prześledzić całą skalę struktur i zjawisk od zgoła patologicznych aż do zupełnie typowych. Niemożliwą byłoby rzeczą postawić gdzieś pośrodku graniczną linję, któraby rozdzielając ten szereg, jedne zjawiska zakwalifikowała do odrzucenia jako patologiczne, wszystkie zaś inne przyjęła jako normalne. Na tej właśnie możliwości otrzymania zjawisk tak zbliżonych do typowego podziału, a dalej na odwracalności samego procesu barwienia się odmieszanych kropel, polega — jak sądzę — stosowalność metody barwienia za życia barwikami wakuolarnemi. Chociaż uznać musimy barwienie to za artefakt witalny, tem nie mniej rzuca on pewne światło na zjawisko powstawania błony komórkowej i — jak sądzę — uprawnia nas do wyprowadzenia wniosków o odmieszaniu cytoplasmy.

Zastosowane w pewnym momencie naszych badań barwiki chondrjomalne — zieleń janusowa i fenosafranina — posiadają na morfologiczny charakter mitozy wpływ bardzo ograniczony, jak to stwierdziłem już dawniej w badaniach nad cebulą (1932a). Tem nie mniej są to barwiki bezwątpienia dużo więcej szkodliwe niż wyżej wymienione barwiki wakuolarne. Z obserwowanych od szeregu lat zjawisk odnoszę wrażenie, że ze względu na toksyczność tych barwików dla dzielących się komórek trzykrotki (nie zaś ze względu na ich wpływ na morfologję kinezy!), dałyby się one ułożyć w zupełnie podobny szereg, jaki zestawił Guilliermond (1930b) dla kultur *Saprolegnia* czy *Oidium lactis*. Inaczej przedstawia się sprawa, jeśli chodzi o efekt tych ciał barwnych na morfologję podziału komórki.

Przy ziarnistościach cytoplasmatycznych wybarwionych zielenią janusową w profazie, podział albo nie postępuje naprzód wcale, albo też doszedłszy do metafazy lub może anafazy, również ustaje. W bardzo nielicznych wypadkach miałem tu posunięcie się kinezy aż do telofazy, ale i to z niepełnym fragmoplastem. Natomiast — i to jest rzeczą charakterystyczną—jądra profazowe, nie dzielące się dalej, wracają często do spoczynku: chromosomy telofazowe rekonstruują zawsze w jądra spoczynkowe. Zieleń janusowa nie przeszkadza zatem zjawiskom ana- i katatonozy jąder. Nie powoduje też ona łatwych i silnych zlepień chromosomów. Zjawiska te, obserwowane in vivo, potwierdzają w dalszym ciągu moje przypuszczenia o znaczeniu potencjału oksydo-redukcyjnego wymienionych barwików (1932a). Zupełny podział komórki z chondrjomem, zabarwionym zielenią janusową, obserwować można bez większego trudu, zabarwiwszy komórkę w metafazie, a tem bardziej w początkach anafazy.

Podobne zupełnie zjawiska dają się stwierdzić i przy użyciu fenosafraniny. Barwik ten również nie przeszkadza rekonstrukcji jąder, najlepiej barwić nim komórki dopiero od metafazy i t. p. Jednak fenosafranina ma także pewne swoiste działanie: niweczy ona fragmoplast i doprowadza do powstania komórek dwujądrowych. Działanie to jest tak silne, że wystarczy nieraz podziałać tym barwikiem na komórki już w anafazie, aby zahamować tworzenie się fragmoplastu. Nie jest to wcale związane z wybarwianiem się ciałek cytoplasmatycznych, gdyż częstemi są degeneracje fragmoplastów na-

wet w komórkach, w których tylko błony uległy zabarwieniu. Barwienie więc witalne błon przeprowadzać najlepiej przy dobrze już zaawansowanej cytodjerezie (por. wyżej). Degenerujące fragmoplasty nie tworzą wcale buł cytoplasmatycznych, obdarzonych intensywnemi ruchami (Plasmaamöben, Küstera, 1932), jakie opisałem po działaniu błękitu metylenowego (1933a), lecz mają charakter zupełnie inny.

Po rozejściu się chromosomów na bieguny, wrzeciono anafazowe, łączące je, zwęża się typowo, poczem rozpoczyna się jego pęcznienie. Na wrzecionie pojawiają się ziarenka bezbarwne w przeciwstawieniu do czerwono wybarwionych ciałek z reszty cytoplasmy. Pomiędzy jądra i tak tworzący się fragmoplast może bardzo wcześnie wniknąć cytoplasma z czerwono zabarwionemi ziarenkami. Sam fragmoplast i pojawiające się na nim ziarna przyszłej błony komórkowej tworzą się bardzo opornie i powoli. Krok za krokiem obserwować możemy losy każdego niemal nowego ziarenka, pojawiającego się na wrzecionie i stającego w jednej linji z innemi ziarnami. Jednocześnie jednak ziarenka podobne, może tylko nieco mniejsze, pojawiają się na terenie całego wrzeciona: pośrodku, w pobliżu jąder. Drgają one szybkiemi ruchami Browna, a oprócz tego są przesuwane bardzo szybko w różnych kierunkach wrzeciona. Według Belara (1929) ruchy mikrosomów w normalnym fragmoplaście są o wiele żywsze w kierunku podłużnej osi wrzeciona, niż w kierunku poprzecznym, co ma przemawiać za włóknistą budową wrzeciona. W przypadku degeneracji o której mowa, nie można powiedzieć, żeby kierunkowość ta była wyraźna. Ruchy są równie żywe we wszystkich kierunkach fragmoplastu. Obserwować można gwałtowne przesunięcia mikrosomów w kierunku poprzecznym wrzeciona, w kierunku od jąder ku równikowi, lecz równie dobrze i w kierunku odwrotnym: ziarenko, leżące w pobliżu kropel przyszłej błony komórkowej zostaje nagle odepchnięte ku biegunom wrzeciona. Ziarna, leżące w równiku i stłoczone już w płytę, zdają się być większemi, poruszają się tylko słabo, lub też nie wykazując żadnych ruchów.

W ten sposób z trudem i bardzo powoli może się wytworzyć całkowity fragmoplast, a na nim całkowita linja przegrody komórkowej, lub też fragmoplast stopniowo zanika, teren zaś jego zajmuje cytoplasma z barwnemi ciałkami. Otrzy-

mujemy komórki dwujądrowe, których jądra zawsze rekonstruują w spoczynek.

Azowe barwiki cytoplasmatyczne, stosowane w pewnej części naszych badań, posiadają dość ograniczony wpływ na morfologję podziału komórkowego *). Przy nadmiernem zabarwieniu objektu zbyt silną koncentracją barwika, spotykamy się co najwyżej ze zwykłemi objawami „irreversible Entmischung" Belara (1929, 1930), jak zahamowanie podziału, rekonstrukcji telofazowej i t. p. Żadnych przesunięć jąder w określonym kierunku, opisanych przez Martensa (1929) po użyciu chryzoidyny, nie obserwowałem. Dość często trafiającą się patologją — po użyciu nadmiernej koncentracji barwika — jest zupełne przewężenie wrzeciona anafazowego i niewykształcenie się fragmoplastu. Przy koncentracjach tych może również nie dojść do wytworzenia się błony komórkowej, proces zaś cytokinezy ogranicza się tylko do rozdzielenia oponek plasmatycznych szczeliną. Odpowiednio dobrana koncentracja barwika, lub odpowiednio uchwycone zabarwienie cytoplasmy pozwalają na uniknięcie wszystkich tych niebezpieczeństw.

VI. PRÓBY ZASTOSOWANIA METODY WITALNEGO BARWIENIA DO BADAŃ NAD INNEMI TYPAMI PODZIAŁU KOMÓRKI.

W ostatnich czasach poświęcił Wóycicki parę prac (1932a, b) kwestji mechanizmu cytokinezy, zachodzącej w komórkach macierzystych pyłku wielu roślin i znanej pod nazwą „simultane Zellteilung". W oparciu na swych badaniach nad k. m. p. różnych gatunków *Gentiana* i po krytycznem rozpatrzeniu literatury, zwraca Wóycicki uwagę na dawniejsze, klasyczne badania Bertholda (1886) i Hofmeistera (1867), sprowadzając całe zjawisko omawianej cytokinezy do kurczenia się protoplastu z jednoczesnem odmieszaniem — wydzieleniem — substancyj kalozowych lub do nich zbliżonych. Ponieważ w ten sposób dwa tak ważne typy cytokinezy roślinnej zostają sprowadzone do podobnych procesów odmieszania (koacerwacji), wydało mi się przeto interesującą rzeczą zbadać, czy i w jakim stopniu metoda barwienia za życia da się zastosować do typu, badanego przez Wóycickiego.

---

*) Wpływ chryzoidyny na procesy oddychania komórki roślinnej zanalizował Albach, 1929.

Barwienia witalne z k. m. p., wyciskanemi z pylników, nastręczały trudności i nie dawały żadnych rezultatów, ze względu na trudność utrzymania komórek przy życiu przez czas dłuższy. Zająłem się przeto poszukiwaniem innych objektów, na którychby ten sam typ cytokinezy mógł być za życia obserwowany. Dłuższy czas poświęciłem badaniu zjawisk w barwionych za życia, dzielących się palmelloidalnych formach *Chlamydomonas sp.*, oraz obserwacjom nad tworzeniem oogonjów i oospor w kulturach *Saprolegnia sp*, hodowanej na barwnych pożywkach według metody Skupieńskiego (1929, 1931) i Guilliermonda (1929, 1930c). W obu tych wypadkach podział protoplastu odbywa się zupełnie według schematu, podanego przez Wóycickiego dla k. m. pyłku *Gentiana*.

Palmelloidalne formy *Chlamydomonas*, otoczone galaretowatą oponą, wykazują oponę tę zabarwioną na fjoletowo, jeśli umieścić je w roztworze błękitu metylenowego. Zabarwienie nie jest równomierne: silne na powierzchni słabnie znacznie ku środkowi. Skurcze protoplastu, prowadzące do podziału osobnika na 2, 4 lub więcej osobników są bardzo powolne; obserwacja nad taką cytokinezą trwała nieraz 8 i 12 godzin. Protoplasty pochodne pozostawały często połączone nitkami plasmatycznemi zupełnie jak to ma miejsce w komórkach m. pyłku przedstawionych przez Wóycickiego na ryc. 74 lub 75 i 76 (1932b). W pewnym momencie, w tak rozrywających się protoplastach następował gwałtowny skurcz, wynikiem którego było zaokrąglenie się i zupełne wyodrębnienie protoplastów komórek pochodnych. Niteczki plasmatyczne, łączące te komórki, albo ulegały wciągnięciu, albo też urywały się i pozostawały oddzielnie w formie fragmentów plasmy, zabarwiającej się natychmiast błękitem — a więc martwej. Przy opisanem powolnem kurczeniu się protoplastu, barwik witalny nie wykazuje wyraźnie żadnego wydzielania substancyj, gdyż środkowe partje galarety, w której tkwią protoplasty, pozostają niemal że bezbarwne. Dlatego też metoda barwienia witalnego w zastosowaniu do *Chlamydomonas* nie daje żadnych większych rezultatów, niż prosta obserwacja procesu cytokinezy u tego rodzaju glonów.

Kultury *Saprolegnia* zaprowadzałem na szalkach Petri'ego na 1,5% agarze; jako pożywka służyła mi 4% brzeczka piwna, stosowana z powodzeniem przez Skupieńskiego (1929)

do jego barwnych kultur *Didymium nigripes*. Do takiej pożywki dodawałem następnie w różnej ilości barwików witalnych: czerwieni obojętnej lub błękitu metylenowego. Mając za sobą doświadczenie Guilliermonda (1930c) z hodowlą tego samego grzybka na barwnych podłożach, stosowałem podane przez niego stężenia barwików, nie przeszkadzające rozwojowi grzybni. Barwik dodawany był zawsze do pożywki już sterylizowanej, gdyż—jak to wykazał Skupieński (1931)—gotowanie zwiększa znacznie toksyczność barwików witalnych.

Grzybnia rozwijała się dobrze zarówno na podłożach z czerwienią jak i z błękitem; wykazuje ona w pierwszym wypadku zabarwienia opracowane i opisane dokładnie przez Guilliermonda (1930c), w drugim zaś wypadku nie ujawniała żadnych zabarwień. W starszych częściach kultur na szalkach, zaczynają się po pewnym czasie tworzyć apogamiczne oogonja. Na rozwój ich wpływa jednak znacznie koncentracja barwika. W silnych roztworach czerwieni, odcinające się oogonja były karłowato małe i szybko zamierały, nie wytwarzając wcale oospor. Najlepsze stosunkowo rezultaty otrzymałem z pożywką w której roztwór czerwieni wynosił 1 : 10000*.

Dotychczasowe moje obserwacje dają co następuje: Młode, gotowe do odcięcia oogonjum, z grzybni, hodowanej na pożywce z czerwienią obojętną, wykazuje zabarwienie rdzawo-czerwone, przebijające przez ziarnistą masę treści, zgromadzonej w główce. Chwila odcięcia oogonjum błoną poprzeczną od reszty grzybni charakteryzuje się silnym i raptownym skurczem całej treści, która z nóżki wchodzi do części rozszerzonej oogonjum, a i w niej ulega stłoczeniu. Zjawiska takiego skurczu znane już były Strasburgerowi (patrz 1880). Przy dostatecznie silnie wybarwionej treści oogonjum, podstawowa jego część, i nóżka aż do miejsca, w którem odetnie się błona podziałowa pozbawione są wówczas zupełnie ziarnistej treści, i wykazują jednorodne, różowe zabarwienie. Wkrótce po opisanym skurczu treści protoplasmatycznej, pojawia się w pewnem miejscu nóżki błona, odcinająca gotowe oogonjum. W przypadkach pewnej patologji powstają w tem miejscu gru-

*) Nie chcę jednak przez to powiedzieć, że jest to koncentracja przy której w badaniach naszych możnaby się było już zatrzymać. Przeciwnie, sądzę, że należy wciąż jeszcze poszukiwać silniejszej koncentracji barwika, którąby dając mocne zabarwienie grzybni, nie przeszkadzała jednak tworzeniu oogonjów i oospor.

be korki ze szklistej, przezroczystej substancji (patrz Küster, 1929). Skurczona ziarnista treść protoplasmatyczna zajmuje wkrótce równomiernie przestrzeń całego odciętego oogonjum. W tak powstałem, gotowem oogonjum ukazują się po pewnym czasie prawidłowe okrągłe poletka, jasnej różowej barwy, leżące tuż pod błoną główki (patrz de Bary, 1884, Pringsheim, 1895/96). Z biegiem czasu obraz ich staje się mniej wyraźny, ale zamiast nich widać w ziarnistej treści jaśniejsze rysy i szczeliny, przeświecające czerwono. Zaraz potem można stwierdzić podobne przejaśnienie środkowej części główki i gromadzenie się całej ziarnistej masy na peryferji główki pod błoną. W międzyczasie można doskonale obserwować zlewanie się i łączenie poszczególnych mniejszych, czerwono przeświecających terenów (wakuole). Po pewnym czasie środek zajęty jest całkowicie przez substancję zabarwioną czerwono, peryferja zaś główki przez ciemno-bronzową ziarnistą masę. W masie tej różnicują się obecnie terytorja ciemniejsze, dokoła których zdaje się skupiać treść plasmatyczna. Pomiędzy temi punktami kondensacji pojawiają się znowu hyalinowe, czerwono zabarwione tereny. Proces ten postępuje szybko naprzód. W pewnej chwili, pojedyńcze i wyraźne już terytorja oospor, połączonych nitkowatemi wyrostkami, tworzą ze sobą jakby sieć pod błoną główki oogonjum. Oczka tej sieci przeświecają czerwono, podobnie jak cała pozostała treść oogonjum. Spory, połączone plasmatycznemi mostkami tworzą obrazy łudząco podobne do wymienionych wyżej rycin z pracy Wóycickiego nad komórkami macierzystemi pyłku.

W pewnej chwili następuje zupełnie nagły skurcz terytorjów wszystkich oospor. Zaokrąglają się one, wypustki giną wciągnięte, a jednocześnie z tym skurczem lub wkrótce po nim czerwono zabarwiona treść oogonjum nagle się odbarwia. Jeśli mi wolno użyć tego porównania, wygląda to tak, jakby wakuola w jakiejś dojrzałej komórce, zabarwiona czerwono antocjanem, nagle się odbarwiła, naskutek zabicia tonoplastu. Od momentu odcięcia oogonjum od grzybni, do początku wyraźnych zmian cytokinetycznych w protoplaście oogonjum, upływa mniej więcej 6 godzin. Sam proces powstawania spor trwa jakieś 2—3 godzin. Są to więc procesy w porównaniu do tworzenia struktur fragmoplastu bardzo powolne. Być może, że od tego zależy również charakter witalnego barwienia. Pod tym względem próby moje z barwikami witalnemi i ho-

dowlą na barwnych pożywkach nie dają wiele więcej niż prosta obserwacja tych zjawisk w grzybni niebarwionej (por. Pringsheim). Pozwalają one jedynie wniknąć głębiej w zachowanie się i losy substancji wydzielanej przy odmieszaniu. Zlewanie się poszczególnych mniejszych wakuolek w dużą wakuolę centralną widać zapomocą tej metody zupełnie wyraźnie. Jakkolwiek jednak czerwone zabarwienie wydzielonej substancji nie ulegało w moich obserwacjach żadnej wątpliwości, było ono jednak słabe. Dla wyrazistości obserwacji pozostaje zatem jeszcze dobrać odpowiednią koncentrację barwika. Wreszcie pozostaje kwestją otwartą jak dalece inne barwiki witalne, łącznie z metodą Skupieńskiego i Guilliermonda dadzą się zastosować do badań nad rzeczonym typem cytokinezy *).

Chociaż więc wyniki naszych badań nad cytokinezą innego typu są jeszcze dość fragmentaryczne i niepełne, to przecież i tą drogą daje się stwierdzić charakter odmieszania się i wakuolizacji plasmy, zachodzącej przy tych zjawiskach i podkreślonej ostatnio tak silnie przez Wóycickiego (por. Yamaha, 1926 b). Jest to rzeczą ważną jeśli się zważy, że procesy koacerwacji mogą wogóle prowadzić do powstania oponek i warstw granicznych protoplastu (Bungenberg de Jong i Kruyt, 1930; Bungenberg de Jong, 1932). Zapomocą metody barwienia za życia charakter odmieszania przy cytodjerezie fragmoplastowej daje się stwierdzić z całą pewnością. W ten sposób odległe zupełnie typy podziału ciała komórki sprowadzają się do podobnych procesów fizykochemicznych. W jakiej mierze do tego samego procesu dadzą się sprowadzić i inne typy, to kwestja dalszych badań. Możemy narazie wskazać tylko na odpowiednie miejsca z podręcznika Sharpa-Jeretzky'ego (1931, str. 267), gdzie możliwości takie są dyskutowane. Nam wystarcza w tej chwili stwierdzenie faktu, że w dyskusji nad poruszonemi zagadnieniami podziału komórek, metoda barwienia za życia może oddać pewne usługi.

*) Nie od rzeczy może będzie przypomnieć w tem miejscu, że już w r. 1926 (a, b) prowadził Wóycicki hodowle pyłku *Haemanthus Katharinae* na barwnych podłożach, osiągając bardzo charakterystyczne witalne zabarwienie pewnych struktur komórki generatywnej. Metodę Wóycickiego stosowałem z dobremi rezultatami w naszej pracowni, rozszerzając ją na inne barwiki witalne. Ostatnio wykorzystał ją Wulff (1933) do badań nad strukturą elementu generatywnego.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

1. W rezultacie obserwacyj, prowadzonych na żywych, zdrowych i dzielących się komórkach z włosków pręcikowych *Tradescantia virginiana, pilosa i decipiens* jak również na zazasadzie obserwacyj witalnych na innych objektach; przy pomocy metody witalnego barwienia cytoplasmy, chondrjomu, t. zw. przegrody pierwotnej i błon komórkowych, tudzież przy pomocy metod wielokrotnego barwienia za żywa oraz metody plasmolitycznej; wreszcie na zasadzie różnych zjawisk patologicznej cytokinezy, dochodzi autor do wniosku, że procesy cytodjerezy zapomocą t. zw. fragmoplastów polegają na kroplistem odmieszaniu się cytoplasmy (koacerwacji?) w określonej strefie komórki; podczas tego odmieszania się następuje wytworzenie oponek plasmatycznych komórek siostrzanych t. j. podział jednego poprzednio protoplastu na protoplasty pochodne; jednocześnie substancje, wydzielone w postaci kropel przechodzą na drodze bezpośrednich przemian w pierwotną stałą błonę, dzielącą komórki.

2. Zastosowany do obserwacyj nad podziałem mikroskop polaryzacyjny pozwala na wyraźne oddzielenie momentu pierwotnego odmieszania się kropel i tworzenia z nich stałej względnie półstałej błony od momentu powstawania definitywnej błony komórkowej. Obserwacje te zdają się ponadto wskazywać na zasadnicze znaczenie zewnętrznej, przyściennej warstwy plasmatycznej przy procesach tworzenia błony.

3. Przeprowadziwszy obserwacje nad cytokinezą w barwionych za życia oogonjach *Saprolegnia sp.*, dyskutuje autor możliwości stosowania metody barwienia za żywa do badań nad innemi typami podziału komórki.

OBJAŚNIENIE TABLICY.

Fot. 1—3. Plasmolizowanie komórki we wczesnych stadjach cytokinezy. Fragmoplast ulega rozszczepieniu w płaszczyźnie t. zw. przegrody pierwotnej.

Fot. 4. Ziarnisty (kroplisty) wygląd „przegrody pierwotnej“, przy stycznem nastawieniu śruby mikrometrycznej. Odmieszanie kropel następuje na brzegu rosnącego wszerz wrzeciona.

Fot. 5—7. Plasmolizowanie komórki w momencie, gdy fragmoplast zetknął się ze ścianami komórki macierzystej. Pomiędzy pochodnemi protoplastami widać delikatną stałą względnie półstałą błonkę o ziarnistej jeszcze budowie.

Fot. 8. Komórka plasmolizowana w stadjum podobnem, co fot. 1—3.

Fot. 9—10. Plasmolizowanie komórki w momencie, kiedy pośrodku fragmoplastu pojawi się zabarwiona fenosafraniną linja błony komórkowej.

Fot. 11—12. Trudności w oderwaniu plasmy od tworzącej się błony komórkowej, jeśli do plasmolizy stosować słabsze płyny plasmolizujące.

LITERATURA.

Albach, W. 1929. Protoplasma, 7, p. 395.
— 1931. Prótoplasma, 12.

Allen, Ch. E. 1901. Bot. Gazette, 32, p. 1.

Bailey, J. W. 1920. Proceed. Natur. Akad. of scienc., 6, p. 197.

Bank, O. 1928/1929. Biol. Listy, 14, p. 321.

Bary, A. de. 1884. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze etc., Leipzig, p. 558.

Beadle G. W. 1931. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir, 135, p. 1.
— 1932. Cytologia, 3, p. 142.

Becker, W. A. 1929. Acta Soc. Bot. Poloniae, 6, p. 214.
— 1930. Acta Soc. Bot. Poloniae, 7, p. 275.
— 1932a. Revue gen. de Bot., 44, p. 24.
— 1932b. Protoplasma, 15, p. 478.
— 1932c. C. Rend. Acad. Sci., 194, p. 1850.
— 1932d. Acta Soc. Bot. Poloniae, 9, 381.
— 1933a. Cytologia, 4, p. 135.
— 1933b. C. Rend. Acad. Sci., 196, p. 2022.
— 1934. Cytologia, 5, w druku.

Belar, K. 1927. Naturwissenschaften, 5, 36, p. 725.
— 1928. Die cytologichen Grundlagen der Vererbung, Berlin, p. 412.
— 1929. Zeitchr. f. Zellf. u. mikr. Anat., 10, p. 73.
— 1930. Protoplasma, 9, p. 209.

Berghs, J. 1905. La Cellule, 22, p. 203.

Berthold, G. 1886. Studien über Protoplasmamechanik, Leipzig, p. 332.

Bleier, H. 1931. Genetica, 8, p. 27.

Bungenberg de Jong, H. G. u. Kruyt, H. R. 1930. Kolloid-Zeitschr., 50, p. 39.

Bungenberg, de Jong, H. G. 1932. Protoplasma, 15, p. 110.

Carnoy, J. B. 1885. La Cellule, 1.

Chodat, R. 1907. Bull. de l'Herb. Boissier, sér. 2, t. 6, p. 511.
— 1920. Bull. Soc. Bot. de Génève, 37, 14.VII.
— 1924. Soc. Phys. Nat., 41, 2, p. 96.
Chlopin, N. G. 1927. Arch. f. exp. Zellforschung, 4, p. 462.
Dębski, Br. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 227.
Dembowski J. u. Ziegenspeck H. 1929. Bot. Archiv, 24, p. 492.
Dembowski, J. 1930. Bot. Archiv, 28, p. 1.
Dévisé, R. 1922. La Cellule, 32, p. 249.
Errera, L. 1888. Bot. Centralblatt, 34, p. 395.
Fairchild, D. G. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 285.
Fischel, A. 1899. Anat. Hefte, 11, p. 463.
Flemming, G. 1882. Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, Leipzig p. 424.
Frey, A. 1926. Jahrb. f. wiss. Botanik, 65, p. 195.
— 1927. Naturwissenschaften, 37, p. 760.
Gicklhorn, J. 1927. Protoplasma, 2, p. 1.
— 1931. Biologisches Centralbl., 51, p. 469.
— 1932. Protoplasma, 15, p. 365.
Goldstein, B. 1925. Bull. Torrey Bot. Club, 52, 197.
Gratzy, E. u. Weber F. 1931. Protoplasma, 12, p. 559.
Greger, J. 1928. Biologia Generalis, 4, p. 377.
Grégoire, W. et Berghs, J. 1904. La Cellule, 21, p. 193.
Guignard, L. 1885. Ann. des Sci. Nat. Bot., 20, p. 310.
Guilliermond, A. 1929. C. Rend. Acad. Sci., 189, p. 1261.
1930a. Revue gen. de Bot., 42, p. 1.
— 1930b. C. Rend. Soc. Biol., 104, p. 468.
— 1930c. Bull. Hist. Appl., 7, p. 97.
Hanstein, J. von. 1879. Sitzber. niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilk. p. 145.
Harper, R. A. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 249.
Hofmeister, W. 1867. Die Lehre von der Pflanzenzelle, Leipzig, p. 404,
Höber, R. 1909. Biochem. Zeitschr., 20, p. 56.
Juel, H. O. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 205.
Jungers, V. 1931. La Cellule, 40, p. 293.
Just, E. E. 1931. Naturwissenschaften, 19, p. 980.
Klebs G. 1886/88. Unters. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, 2, p. 489.
Koehring, V. 1930. Journ of Morph. and Phys., 49, p. 45.
Koerperich, J. 1930. La Cellule, 39, p. 309.
Körnicke M. 1903. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., 21, p. 66.
Küster, E. 1912. Jahrb. f. wiss. Botanik, 50, p. 261.
— 1929. Pathologie der Pflanzenzelle. I. Berlin, p. 200.
— 1932. Ber. oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilk. 15, p. 194.
Lenoir, M. 1931. C. Rend. Soc. Biol., 106, p. 815.
Lewicki, G. A. 1925. Trudy Go . Timir. Nauczn.-Izsled. Inst. Ser. I, Nr. 2.
Linsbauer, K. 1929. Protoplasma, 5, p. 563.
1933. Protoplasma, 18, p. 554.
Lundegardh, H. 1912. Beitr. zur Biol. der Pfl., 11. p. 373.

Lüdtke, M. 1933. Techn. und Chem. der Papier- u. Zellstoff-Fabr. 30 J., p. 65.
Mangin, L. 1891. C. Rend. Acad. Sci., 111, p. 120.
— 1892. Journ. de Botanique, 6, p. 206, 235, 363.
Marston, H. R. 1923. Biochem. Journ., 17, p. 851.
Martens, P. 1927. La Cellule, 38, p. 67.
— 1929. La Cellule, 39, p. 167.
Mottier, D. M. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 169.
Möllendorf, W. von. 1918. Arch. f. mikr. Anat., 90.
— 1920. Ergebnisse der Phys., 18.
Nägeli C. u. Schwendener S. 1877. Das Mikroskop. Theorie und Anwendung desselben, Leipzig.
Nemec, B. 1897. Sitzber d. kön. böhm. Ges. d. Wiss., 33.
— 1898. Bot. Centralblatt, 74, p. 1.
— 1899. Bot. Centralblatt, 77, p. 241.
— 1927. Arch. f. exp. Zellf., 5, p. 77.
— 1929. Protoplasma, 7, 99.
— 1930. Nauka o bunce. Rostlinopis, Sv. II, Praha.
Noll, F. 1887. Abh. der Senckenberg. naturf. Ges., 15, p. 101.
Pekarek, J. 1932. Planta, 16, p. 788.
Pfeffer W. 1886. Unters. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, 2, p. 325.
Pfeiffer, H. 1930. Protoplasma, 10, p. 253.
Piech, K. 1927. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. Pol. Akad. Um., 65/66, ser. A/B, p. 93.
— 1928. Planta, 6, p. 96.
Prat S. 1931. Protoplasma, 13, p. 397.
Pringsheim, N. 1895/96. Gesammelte Abhandlungen, Jena, 4 t.
Reewes, R. G. 1928. Am. Journ. of Bot., 11, p. 114.
Robyns, W. 1924. La Cellule, 34, p. 367.
— 1926. La Cellule, 37, p. 145.
— 1929. La Cellule, 39, p. 85.
Rosen, F. 1925. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., 43.
Ruhland, W. 1912. Jahrb. f. wiss. Botanik, 51, p. 394.
— 1924. Abderhalden Handb. biol. Arbeitsmeth., Abt. XI, T. 2, p. 187.
Runnström, J. 1929. Protoplasma, 5, p. 201.
Scarth, G. W., Gibbs, R. D., a. Spier J. D. 1929. Transact. R. Soc. Canada, V, biol. Sc. III ser, 23, p. 269.
Schaede, R. 1924. Beitr. zur Biol. der Pfl., 14, p. 231.
— 1926. Beitr. zur Biol. der Pfl., 14, p. 367.
— 1930. Planta, 11, p. 243.
Schmitz, F. 1879. Sitzber. der Niederrh. Ges., 5 mai, p. 20.
Senjaninowa, M. 1927. Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat., 6.
Sharp, L. W. 1926 An Introduction to Cytology, 2 edit.
Sharp—Jaretzky, R. 1931. Einführung in die Zytologie, Berlin, 733 p.
Skupieński, F. X. 1929. Acta Soc. Bot. Poloniae, 6, p. 203.
— 1931. Acta Soc. Bot. Poloniae, 8, p. 133.
Spek, J. 1918. Arch. f. Entw. mech. der Org., 44, p. 5.

Strasburger, E. 1875. Ueber Zellbildung und Zelltheilung, Jena, 256 p.
— 1876. Ueber Zellbildung und Zelltheilung nebst Untersuchungen über Befruchtung, II Aufl., Jena, 332 p.
— 1880. Zellbildung und Zelltheilung, III Aufl., Jena, 392 p.
— 1882. Ueber den Bau und das Wachstum der Zellhäute, Jena, 264 p.
— 1884. Arch. f. mikr. Anat., 33, p. 246.
— 1888. Hist. Beiträge, H. 1. p. 258.
— 1897a. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 375.
— 1897b. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30, p. 351.
— 1900. Hist. Beiträge, H. 6, 224 p.
Strugger, S. 1931. Ber. der Deutsch Bot. Ges, 49, p. 453.
Swingle, W. T. 1897. Jahrb. f. wiss. Botanik, 30. p. 297.
Teleżyński, H. 1930. Acta Soc. Bot. Poloniae, 7, p. 381.
Timberlake, H. G. 1900. Bot. Gazette, 30, p. 73.
Tischler, G. 1921 22. Allgemeine Pflanzenkaryologie, Berlin, 899 p.
Treub, M. 1878. Natuurk. Verh. k. Akad. d. Wetensch Amsterdam, D. 19, p 35.
Tschistiakoff, J. 1875. Bot. Zeitung, szp. 1, 17, 33, 81, 97.
Wada, B. 1932. Cytologia, 4, p. 114.
Wassermann, F. 1929. Handb. der mikr. Anat. des Menschen, Berlin, 807 p.
Weber, F. 1929. Protoplasma, 7, p. 583.
— 1930. Protoplasma, 10, p. 598.
Went, F. A. F. C. 1887. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., 5, p. 247.
Wiesner, J. 1881. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Wien, 449 p.
— 1885. Elem. d. Anat. u. Phys. d. Pfl. II Aufl., Wien, 315 p.
— 1890. Anatomie u. Physiologie der Pfl. III Aufl., Wien, 350 p.
— 1898. Anat. u Phys. d. Pfl. IV Aufl., Wien, 372 p.
Wisselingh, C. van. 1924. Handb. der Pflanzenanatomie, III 2, Berlin, 264 p.
Wóycicki, Z. 1926a. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. Pol. Akad. Um., 65/66, str. 71.
— 1926b. Bull. Acad. Pol. Sci. Lettr. B., p. 177, 8, 535.
— 1932a. Acta Soc. Bot. Poloniae, 9, p. 7.
— 1932b. Acta Soc. Bot. Poloniae, 9, p. 457.
Wulff, H. D. 1933. Planta 21, p. 12.
Yamaha, G. 1920. Bot. Magazine, 34, p. 117.
— 1926a. Bot. Magazine, 40, p. 172.
— 1926b. Japanese Journ. of Bot. 3, p. 130.
— 1927. Journ. of the Fac. of Sci. Imp. Univ. Tokyo, 2, p. 1.
Yasui, K. 1931. Cytologia, 2, p. 402.
Zacharias, E. 1888. Bot. Zeitung, 46, szp. 56.
— 1891. Flora, 74, p. 488.
Zalewski, A. 1881. Kosmos, R. 6, p. 158.
— 1882. Bot. Zeitung, szp. 467.

Zimmermann, A. 1896. Die Morphologie und Physiologie des Pfl. Zellkernes, Jena, 188 p.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Die vorliegende Arbeit enthält eine kritische Betrachtung der Grundprobleme der durch Phragmoplasten- und Zellplattenbildung sich charakterisierenden Zytokinese, sowie eine Übersicht der Resultate, die wir einerseits den zytomorphologischen Forschungen, andererseits der Vitalfärbung während der Zellteilung zu verdanken haben. Von der kausalen Betrachtung abgesehen, lassen sich alle, im Zusammenhang mit dieser Zytoplasmateilung erörterten Fragen auf zwei Hauptprobleme reduzieren, von denen eines die Genese und Natur der Phragmoplasten- und Zellplattensubstanzen, das zweite die Art der während der Zytodierese entstehenden und auftretenden Strukturen umfasst. Das erste Problem bildet den Gegenstand des zweiten Abschnittes der vorliegenden Arbeit, das Problem der Zellplatten- und Phragmoplastenstrukturen wird im dritten Abschnitt erörtert. Im vierten wird das Verhältnis der definitiven Zellhaut zur Zellplatte untersucht, im nächsten Abschnitt werden die Vorteile der Vitalfärbungsmethode und die Nachteile derselben erörtert, der sechste Abschnitt endlich handelt über einige Versuche der Anwendung der Vitalfärbung zur Untersuchung anderer Zytokinesetypen.

2. In der umfangreichen morphologischen Literatur, die sich seit dem Jahre 1875, in dem Strasburgers bekannte Arbeit erschien, über Zellplatte und Phragmoplasten entwickelte, lassen sich dreierlei grundsätzliche Gesichtspunkte unterscheiden. Eine Gruppe von Forschern, von Hanstein, Schmitz, Berthold und Wiesner repräsentiert, fasst die Phragmoplasten als Strukturen von rein zytoplasmatischer Herkunft auf. Nach der zweiten, von Zacharias Robyns und Jungers vertretenen Auffassung stellt der Phragmoplast Strukturen von nukleärer Herkunft dar; in diese Gruppe dürfen auch diejenigen Morphologen eingereiht werden, die ein Herabfliessen der membranbildenden Substanzen an den Phragmoplastenfäden entlang in der Richtung zum Zelläquator beobachtet haben und einen engen Zusammenhang zwischen dem Phragmoplasten und den Ker-

nen annehmen (Strasburger, 1884 u. 1888; Guignard, 1885; Went, 1887; Timberlake, 1900; vgl. enbenfalls Yamaha, 1920; Robyns, 1924 – 1926; Piech, 1927 — 1928; Dembowski und Ziegenspeck, 1929, 1930). Die dritte Gruppe von Zytologen schliesslich nimmt eine Mittelstellung ein, sie nimmt an, dass der Phragmoplast sich zuerst in einer rein nukleären Substanz anlegt, nachher aber sich auch auf Kosten des Zytoplasmas entwickeln kann (Strasburger, 1875—1880; Treub, Wiesner, Nemec, Lundegardh, Dévisé, Wada). Manche Autoren beschränken sich auf die Feststellung der morphologischen Verschiedenheit der Phragmoplastensubstanz von der Substanz anderer Spindeln (Bělar, Wassermann, Bleier).

Den Ausgangspunkt für die Untersuchungen des Verfassers bildete die seit Schaede (1924) bekannte Tatsache, dass der Phragmoplast von lebenden in Teilung begriffenen Zellen sich ebenso wie das Zytoplasma selbst durch Azofarbstoffe färben lässt. Der Verfasser verfolgte nun die Mitose in den vitalgefärbten Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia virginiana, decipiens* und *pilosa* und konnte so die ganze Phragmoplastenbildung verfolgen (Becker, 1934). Es erwies sich, dass im Kernsaft ein deutlich abgesondertes, farbloses Gebiet sich feststellen lässt, in dem alle Prozesse der Chromosomenbildung, der Trennung und der Rekonstruktion derselben sich abspielen. Auf diese Weise konnten auf dem Wege der unmittelbaren Beobachtung und der Vitalfärbung die Anschauungen von Zacharias (1888), Martens (1929), Robyns (1924—1929), Koerperich (1930), und Bleier (1931), von der morphologischen Absonderung des Kernsaftes und der Bedeutung desselben für die Chromosomen, bestätigt werden. Ebenso wurde dank der Vitalfärbungsmethode die Beobachtung derselben Autoren bestätigt, dass das Chondriom selbst in das Spindelgebiet nicht eindringt (Becker, 1933 b). Da für die morphologische Besonderheit des Kernsaftgebietes bloss die letzterwähnte Erscheinung diente, is es kaum verwunderlich, dass Robyns (1924 — 1926) und nachher auch Jungers (1931) die Substanz der Zytokinesenspindel mit der Substanz anderer Spindeln identifizierten („substance fusoriale"). Indessen wurde durch die Vitalfärbung mit den Azofarbstoffen die grundsätzliche Verschiedenheit beider Substanzen bewiesen. „Le cycle fermé" der Kernsubstanz (Mar-

tens, 1929), bzw. des Paragenoplasten (Bleier, 1931) unterliegt wohl, was den Kernsaft anbelangt, gar keinem Zweifel. Freilich bezieht sich dies aber nur auf Teile derselben. Wie nämlich die Färbung mit Azofarbstoffen beweist, können die farblosen Paragenoplastenteile zwischen den Tochterkernen zurückbleiben, wo sie sich langsam gelb färben und dem übrig gebliebenen Zytoplasma ganz ähnlich werden. Infolgedessen nehmen wir an, dass die Paragenoplastensubstanz tatsächlich einer Metamorphose in zytoplasmatischer Richtung unterliegt (Becker, 1934). Wenn auch in gewissen pathologischen Fällen das Gebiet zwischen den Tochterkernen durch ein „körniges" mit Azofarbstoffen sich vitalfärbendes Plasma eingenommen wird, folgt daraus noch keineswegs, dass hier eine vollständige Durchschnürung des Paragenoplasten und der restlose Übergang desselben in die Tochterkerne erfolgt ist. Eher ist es anzunehmen, dass in diesem Falle aus irgendeinem Grunde eine rasche und weitgehende Verwandlung sowohl der Natur der Anaphasenspindel wie der Struktur derselben stattgefunden hat (vgl. Becker, 1933 a, 1934). Unter gewissen Lebensbedingungen und unter gewissen Einflüssen genetischer Art unterliegt mithin der „Stemmkörper" einer zytoplasmatischen Metamorphose und geht gleichzeitig in den Phragmoplasten über. Derartige Zytokinesebilder mit unmittelbar auf der Anaphasenspindel angelegten Zellplatten sind allgemein bekannt (z. B. Phot. 15—18, T. III, bei Bělař, 1929). Unter anderen Bedingungen sind diese beiden Prozesse: die zytoplasmatische Metamorphose des Stemmkörpers und die Phragmoplastenbildung zeitlich mehr oder weniger voneinander abgerückt (z. B. die oben erwähnte pathogene Zytokinese, oder die Teilungen im Endosperm). Wie mir scheint, berechtigt uns die Methode der Vitalfärbung zu einer derartigen Annahme. Diejenigen Morphologen, die mit dem Problem der Genese sowie der Natur der Zytokinesenspindelsubstanz bisher sich befassten, haben den Umstand nicht berücksichtigt, dass die morphologischen Bestandteile der Zelle im Laufe der Teilung verschiedenen Umwandlungen unterliegen mögen. Einige Autoren nehmen sogar eine gewisse Stabilität und Permanenz der erwähnten Substanzen a priori an (die Kinoplasmatheorie von Strasburger, Zalewski, Dębski, Fairchild, Juel, Mottier, u. a.; neuerdings die „substance fusoriale" von Robyns und

Jungers). Nach einer Übersicht der Fachliteratur ergibt es sich weiter, dass in den bisherigen morphologischen Untersuchungen über die Zytokinese nicht genügend darauf Wert gelegt wurde, dass der Charakter einer gewissen Substanz und ihre Genese zwei ganz verschiedene Dinge sind. Die morphologischen Untersuchungen und Beobachtungen am Phragmoplasten mit den uns bisher zur Verfügung stehenden Mitteln beweisen nur eines, und zwar den zytoplasmatischen Charakter des Phragmoplasten *). Die Beteiligung verschiedener nukleären Substanzen an der Bildung desselben ist indessen nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern sogar ganz sicher. Meines Erachtens nach unterscheidet sich jedoch dieselbe in gar keiner Hinsicht von der analogen Mitwirkung des Kernes an allen Lebensprozessen der Zelle. Wir können a priori der Meinung von Robyns beistimmen, dass bei der Zellplatten- und Phragmoplastenbildung — „une intervention des chromosomes n'est donc nullement exclue" (1926, p. 161; vgl. die letzten Arbeiten von Beadle, 1931, 1932). Falls wir es aber z. B. hier mit einem enzymatischen Process zu tun hätten, vermögen wir denselben mangels entsprechender Forschungsmethoden durch die blosse morphologische Beobachtung nicht zu erfassen. Das, was wir in diesem Falle zu sehen bekommen, stellt bereits das Resultat dieser Wirkung vor, und in diesem Falle ist der Einfluss der Kerne auf die Zytokinese ganz zweifellos. Dieser Einfluss kommt in der gegenseitigen Verknüpfung der Kern — sowie der Plasmateilungsvorgänge, vor allem aber darin zum Ausdruck, dass die Kerne auf die Richtung und die Anlagestelle der Zellplatte und des Phragmoplasten einen Einfluss ausüben.

Zusammenfassend dürfen wir behaupten, dass die Zytokinese ein Problem der Zytoplasmateilung ist, dass die Zytokinesevorgänge sich nur im Zytoplasma abspielen und dass der Phragmoplast bloss eine zeitweilige Zytoplasmadiffe-

---

*) Dafür sprechen folgende Umstände: a) das Auftreten von Mikrosomen in der Zytokinesenspindel; b) die Vacuolisierungsfähigheit des Phragmoplasten; c) die Bildung zytoplasmatischer Hautschichten und wandständigen Zytoplasmas aus dem Phragm., wie es am besten aus der Färbung mit Azofarbstoffen zu ersehen ist; d) der Charakter dieser Vitalfärbung; e) die Färbung der Zellplatte mit basischen Azinfarbstoffen.

renzierung im Zusammenhang mit der Bildung der Zellhaut repräsentiert.

Was die Herkunf der Zellplattensubstanz anbelangt, so bleibe ich bei meiner in einer früheren, den Zytokinesevorgängen gewidmeten Arbeit (1932 d) ausgesprochenen Anschauung, nämltich, dass die Zellplatte ein Produkt der Zytoplasmaentmischung darstellt. In dieser Meinung wurde ich durch die letztens durchgeführte vitale Doppelfärbung — Zytoplasma und Phragmoplast mit Azofarbstoffen, die Zellplatte mit Azinfarbstoffen — bestärkt; besonders gute Resultate erhielt ich bei Anwendung von Kresylblau (vgl. Becker, 1933 b, 1934). Angenommen, dass die Zellplattenbildung einem Entmischungsvorgang entspricht*), so dürfen wir doch nicht vergessen, dass die im Momente der Entmischung als tropfenförmiges Sekret der Zellplatte auftretenden Substanzen ebenso im Zytoplasma, wenn auch in einem anderen physikalisch-chemischen Zustande, vorhanden sein könnten. Um eine Vitalfarbung zu erreichen, ist ein bestimmter Dispersionzustand und eine bestimmte Konzentration sowohl des Adsorbens wie des Vitalfarbstoffes notwendig. Vielleicht ist hierzu eine bestimmte Geschwindigkeit des Kondensationsprozesses der Zellplattensubstanzen erforderlich. Es ist möglich, dass im Falle einer sehr raschen Entmischung die Färbung deswegen nicht auftritt, weil bei der raschen Abwicklung des erwähnten Prozesses die disperse Phase der Zellplattensubstanzen so kurz dauert, dass nach der Adsorption des Farbstoffes gleich die Readsorption desselben stattfindet. Der Färbungsprozess spielt sich demnach so rasch ab, dass er der Beobachtung entgeht. Die Readsorption erfolgt mithin auch, falls zu grosse Zellplattentropfen gebildet werden, bzw. im Falle des Zusammenfliessens derselben u. s. w. Andererseits kann bei der raschen Abwicklung des Prozesses die Umwandlung der flüssigen Zellplattensubstanzen in die Zellhautsubstanz ebenfalls sehr rasch sich abspielen, und da die Zellhaut selbst durch die Zellplatte färbenden Farbstoffe sich nicht färben lässt, können wir auch in diesem Falle die Vitalfärbung nicht feststellen. Falls diese Annahmen richtig sind,

*) Ob diese Entmischung als „Koazervation" oder als „Vakuolisation" im Sinne von Bungenberg de Jong (1932) aufzufassen ist, das können wir an dieser Stelle nicht entscheiden; die erste Möglichkeit scheint uns jedoch wahrscheinlicher.

dürften folgende in den bisherigen Untersuchungen beobachteten Erscheinungen erklärlich werden: a) die Nichtfärbung der Zellplatte in den in meinen früheren Arbeiten beschriebenen pathologischen Fällen von Zytokinese, während welcher die Bildung der Zellhaut sich rapid abspielt und auf dem ganzen Querschnitt gleichzeitig stattfindet (Becker, 1933a, 1934); b) die Entfärbung der Zellplatte während der Plasmolysierung der Zellen und der Phragmoplastenspaltung (Becker, 1932d); c) die allmähliche Entfärbung der Zellplattenlinie beim Übergang derselben in die Zellhaut; d) Die Entfärbung der anfangs gefärbten Zellplatte in denjenigen pathologischen Fällen, in denen sich keine feste Zellhaut ausbildet; dieser Fall reduziert sich dann zu der unter berwähnten Erscheinung.

Im Zusammenhange mit den berührten Fragen schien mir die Untersuchung der Vitalfärbung in einer experimentell durch Plasmolysierung der Dauerzellen (nach Haberlandts Methode) hervorgerufenen Zytokinese von Interesse zu sein. Die entsprechenden Untersuchungen habe ich nach dem Vorgange Pfeiffer's (1930) an *Elodea canadensis* u *E. densa* ausgeführt, die Blättchen aber mit Kresylblau vitalgefärbt. Die Zellhaut tritt hier nach der Plasmolyse sehr rapid und auf dem ganzen Zellquerschnitte gleichzeitig auf (Pfeiffer). Mit Ausnahme der Vacuolen konnte keine Färbung sonstiger Strukturen festgestellt werden. Da Pfeiffer diesen Teilungstypus mit Strasburger und Tischler zu dem *Oedogonium* — typus zuzählt, erwarten wir, dass auch bei anderen Pflanzen von demselben Zytokinesetypus die Methode der Vitalfärbung mit Vacuolarfarbstoffen keine Resultate ergeben wird. Im Zusammenhang mit der Frage des Mechanismus der Vitalfärbung der Zellplatte sind die Arbeiten von Koehring (1930) interessant, welche viele Vorgänge bei der elektiven Vitalfärbung der Zelle auf enzymatische Funktionen des Organismus zurückführt. Einige, während der Vitalfärbung der Zellplatte auftretenden Erscheinungen dürften sich zu einer — vielversprechenden — Prüfung eignen, ob und in welchem Masse die Anschauungen von Koehring sich auch mit der erwähnten Erscheinung in Einklang bringen lassen.

3. Was die Struktur der sich neubildenden Zellplatte anbelangt, so unterlag der körnige Charakter derselben in

allen älteren Arbeiten, won Strasburgers Arbeit angefangen (1875), gar keinem Zweifel, wie aus den damaligen Untersuchungen sowohl an fixiertem (Strasburger, Zalewski, Flemming, Guignard, Berthold, Went, Wiesner, Zimmermann, Dębski, Juel, Mottier, Němec, Timberlake) wie auch an lebendem (Schmitz, Hanstein, Treub, Strasburger, Zacharias) Material ersichtlich ist. Sogar in den Arbeiten über das Kinoplasma, die in keinem Zusammenhang mit der Phragmoplastenzytokinese stehen, wird der körnige Charakter der Teilungsmembrananlagen kaum bezweifelt (Swingle, Fairchild Harper, Strasburger, 1879 b.). Die Diskussion drehte sich damals bloss um die Frage, ob diese Körner als Fadenverdickungen aufzufassen sind wie es Strasburger in einigen Arbeiten will-oder nicht, m. a. W., ob sie zwischen den Fäden oder auf denselben liegen. In vielen bereits früher erwähnten, wie auch in einigen neueren Arbeiten (Yamaha, Goldstein, Reeves, Piech) scheint die Auffassung vorzuherrschen, nach dem die sich dunkel färbenden Körner auf den dunklen Fäden liegen (Fixierpräparate); dieses Schema wurde auch in die Handbücher übernommen. Obwohl es in der Tat von Strasburger stammt, war es — anfangs wenigstens — ihm selbst gar nicht klar und verständlich (vgl. 1875, p. 28, 105 bzgw. 1880, p. 343). In einigen neueren Arbeiten wird das Strasburger'sche Schema entweder ganz verworfen oder es wird die Realität gewisser, nach der Fixierung auftretender Strukturen in Betracht gezogen (Martens, Robyns, Yamaha, Jungers). Die Zellplatte soll sich — nach diesen sowohl mit Fixierlösungen wie Vitalbeobachtungen arbeitenden Forschern — durch einen linearen Bau auszeichnen. Manche Autoren, wie Bělař, Pekarek u. teilweise auch Schaede, weichen einem klaren Standpunkt in dieser Frage aus. Nur eine kleine Gruppe von zeitgenössischen Forschern spricht sich auf Grund ihrer Vitalbeobachtungen für einen körnigen Charakter der Zellplatte aus (Chodat, Teleżyński, Yasui). Die, nach der Einwirkung gewisser Fixierungsgemische auftretende fadenförmige Struktur der Zytokinesenspindel (Yamaha, 1926; Bělař, 1926; Robyns, 1929) wird als Ausdruck gewisser präexistierender Plasmazustände aufgefasst (Sharp, 1926; Němec, 1927, 1929; Schaede, 1930; vgl. auch Runn-

ström, 1929). Seltsamerweise wurde dieselbe Erklärung, was die körnige Sruktur der Zellplatte anbetrifft, von gar keiner Seite aufgenommen. Und doch ist das Auftreten der einen mit dem Auftreten der zweiten eng verbunden.

Die Frage der Struktur der Zytokinesenspindel sowie der Zellplatte habe ich genauer in einer früheren Arbeit erörtert, es erübrigt sich somit dies hier zu wiederholen. Der tropfenförmige Charakter der Zellplatte während ihrer Entstehung unterliegt gar keinem Zweifel. In einer früheren Arbeit habe ich ebenfalls meine Meinung über die Deutung der fixierten Präparate ausgesprochen. Die dort gegebene Interpretation schreitet über den Rahmen strenger Vitalbeobachtungen und Vitaluntersuchungen nirgends aus. Es widerspricht ihr auch der Umstand nicht, dass Yasui (1931) Zellplattenkörner beobachtet hatte und photographisch aufnehmen konnte, die weder — in Übereinstimmung mit unserem Schema-Verdickungen auf den Spindelfäden, noch Risse in der Spindel vorstellen, da ja: a) ein Stadium in der Zellmembranentwicklung existiert, in welchem sie wohl noch eine körnige Stuktur besitzt, während die Membran schon eine feste bzgw. halbfeste Konsistenz aufweisen und der Einwirkung von Eisessigsäure widerstehen kann; b) die Untersuchungen von Yasui sich auf *Pollenmutterzellen* beziehen, während die Zellplatte kalloseartigen Charakter besitzt. In anderen Geweben mag der Chemismus der Zellplatte ganz verschieden sein und das ist auch in der Tat der Fall; c) die Fäden der zytokinetischen Spindel schräg verlaufen und im optischen Querschnitt in der Nähe des Zelläquators den Eindruck von „Körnern" erwecken können. Dieser Umstand darf bei der Beurteilung der auf dem fixierten Material auftretenden Struktur nicht ausser Acht gelassen werden. Die erwähnten Körner können übrigens nach der Autorin selbst anfangs von einer flüssigen Konsistenz sein.

Die in der Aequatorialebene des Phragmoplasten auftretenden Tröpfchen können keinesfalls bereits im präformierten Zustande im Zytoplasma vorhanden sein und von dort auf das Gebiet der Spindel hinübertreten — wie sich das die älteren Forscher (Treub, Schmitz, Hanstein, Zacharias) und von den neueren Lundegardh (1912) vorgestellt haben. Entscheidende Aufschlüsse in dieser Frage ergibt die Methode der Vitalfärbung. Die Zellplattentröpfchen lassen

sich durch Vacuolarfarbstoffe färben, während die Zytoplasmakörnchen sich entweder mit chondriomalen Farbstoffen färben oder farblos bleiben (Mikrosomen). Nicht minder Überzeugend ist auch das nach der vitalen Doppelfärbung auftretende Bild (Becker, 1934). Irgendwelche Strömungen von bestimmter Richtung konnten im Zytoplasma nicht festgestellt werden (vgl. auch Bělař, 1929). Während der Zytokinese haben wir somit mit einer tropfenförmigen Entmischung des Zellzytoplasmas zu tun (Koazervation?).

4. Eines der grundlegenden Probleme bildet in der Zytokinese das Verhältnis der sogenannten Zellplatte zu der zukünftigen definitiven Zellmembran. Nach Strasburger (1875) unterliegt die Zellplatte der Spaltung und erst in diesem Spalt beginnt die Zelluloseproduktion. Trotz manchen Schwankungen (z. B. 1880 oder 1897 a) ist Strasburger dieser Anschauung schliesslich doch bis ans Ende treu geblieben. Auch Treub hat die Bildung der Zellmembran im Innern der „Zellplatte" beobachtet. Dieselbe Meinung vertraten ebenfalls Mottier, Timberlake und insbesondere Allen. Daneben war aber seit langem eine andere Hypothese aufgestellt worden, nach der die Zellplatte keiner Spaltung unterliegen sondern gleich in die Zellmembran übergehen soll (Strasburger, 1880, Carnoy, 1885). Während die erste Anschauung einen grösseren Anhang gefunden hat, wird die zweite heute nur von der belgischen Zytologenschule sowie von Dembowski und Yasui vertreten. Ich habe auch in dieser Hinsicht Untersuchungen eingeleitet, wobei ich mich der Vitalfärbung sowie der Beobachtungen im Dunkelfelde wie auch im polarisierten Licht bediente. Die Wahl des Membranfarbstoffes bereitete ziemlich grosse Schwierigkeiten, nach länger andauernden Versuchen habe ich mich zu Phenosafranin, trotz seiner schädlichen Wirkung, entschlossen.

Während der Membranbildung lässt sich in der Zelle, in der die Zellplatte vital mit Neutralrot oder Kresylblau gefärbt wird, eine langsame Entfärbung der Zellplattenlinie feststellen. 30 Minuten nachdem die Zellplattenlinie sich über den ganzen Querschnitt der Zelle erstreckt hatte, erfolgt ihre vollständige Entfärbung. Dieser Vorgang spielt sich ganz unabhängig von den Änderungen in dem länger oder kürzer andauernden Phragmoplasten ab. Mittels der Mikrometer-

schraube können wir ganz deutlich den spaltartigen Charakter der Zellplattenlinie erkennen. Ferner lässt sich mittels Plasmolyse im Innern derselben die Existenz einer farblosen, typischen Zellmembran feststellen. Bei vitaler Färbung der Zellmembran ist das Bild umgekehrt: zuerst treten farblose Tröpfchen auf, dann wird der Spalt in der Zellplattenlinie sichtbar, und schliesslich tritt in etwa 30 Minuten nach der vollständigen Ausbildung derselben in derem Innern die ziegelrote Linie der Zellmembran auf. Falls wir inzwischen die Zelle plasmolysieren, kann man die Anwesenheit einer dünnen Membran noch vor deren Färbung feststellen. Um die hier sich abspielenden Vorgänge restlos aufzuklären, habe ich die Zellen in den verschiedenen Zytodieresestadien plasmolysiert. a) Falls wir die Zelle sofort nach dem Auftreten der Phragmoplasten — und Zellplattenstrukturen plasmolysieren, erfolgt an der Zellplatte die Auseinanderzerrung des Protoplasten. Nach teilweiser Deplasmolyse kommen zwei gesonderte Protoplasten ohne jede Spur einer festen Teilungsmembran zum Vorschein (Phot. 1 — 3, 8). Dieses Resultat stimmt mit den Ergebnissen der Plasmolysierungsuntersuchungen von Belar, sowie mit meinen früheren Untersuchungen an vitalgefärbten Zellen, überein. b) Falls die Zelle, sofort nach der Erreichung des ganzen Zellquerschnittes durch die Zellplattenlinie, plasmolysiert wird, wird entweder dasselbe Resultat erreicht oder es kommt zwischen den beiden Protoplasten in den Tochterzellen eine dünne, zarte Membran zum Vorschein, die auf diesem frühen Stadium sich durch eine deutliche körnige Struktur auszeichnet und ungefärbt bleibt (Phot. 5—7). Sie färbt sich weder mit Phenosafranin noch mit Rutheniumrot und widersteht der Einwirkung von Essigsäure. c) Falls die Plasmolyse in dem Momente durchgeführt wird, wenn im Phragmoplasten die rote mit Phenosafranin oder Rutheniumrot gefärbte Linie auftritt, lässt sich die Existenz einer ausgebildeten gefärbten Zellmembran feststellen (Phot. 9—10). Auf Grund dieser Beobachtungen dürfen wir vermuten, dass die Substanz der Zellplattentröpfchen allmählich zur Membransubstanz wird. Vor allem spricht dafür die körnige Struktur der jungen Zellmembran in einem gewissen Stadium ihrer Entwicklung. Gleichzeitig bilden sich — wie erwähnt — im Momente der Entmischung der Zellplattentröpfchen die plasmatischen Haut-

schichten. Wir dürfen sie mithin — damit der Prozess der Zytodierese ganz klar wird, als tropfenartige Entmischung (Koazervation?) des Zytoplasmas in einer bestimmten Zone definieren; während der Entmischung erfolgt die Spaltung des Protoplasten in zwei Tochterprotoplasten, d. h. die Bildung der Hautschichten. Die in Tröpfchenform ausgeschiedene Substanz geht nach erfolgten physikalisch-chemischen Umwandlungen in die definitive, die Tochterzellen scheidende Membran über. Dies zur Ergänzung unserer vorherigen Definition (Becker, 1932 d). Unserer Standpunkt stimmt demnach mit manchen Anschauungen Strasburgers (aus dem Jahre 1880), sowie denjenigen von Carnoy, Martens, Robyns und Yasui überein. Die scheinbar widersprechenden Resultate von Bělař (1929) und Dembowski (1930) lassen sich hiermit leicht in Einklang bringen. Um dem etwa fünfzigjährigen Streite in der Frage der „Zellplattenspaltung" ein Ende zu bereiten, muss die Bezeichnung „Zellplatte" selbst einer eingehenden Diskussion unterzogen werden. Bei der statischen Auffassung dieser Bezeichnung, die von Strasburger stammt und von allen Zytologen (mit Ausnahme von Yamaha) akzeptiert wurde, ist es ganz ausgeschlossen zu erraten, was eigentlich der Autor mit diesem Terminus bezeichnet. Bei manchen sind es die plasmatischen Hautschichten, bei den anderen die plasmatischen Hautschichten nebst der zwischen ihnen sich befindenden Substanz (die Tröpfchensubstanz), bei noch anderen nur diese Substanz selbst ohne die Hautschichten. Ursprünglich wurde dieser Terminus von Strasburger zur Bezeichnung der im Spindeläquator auftretenden Körnerreihe benutzt. Mit demselben Terminus wird aber auch die im Spindeläquator auftretende Linie bezeichnet. Ausser der rein optischen Feststellung des Linealcharakters dieser Struktur (vom Profil aus gesehen) enthält diese Bezeichnung nichts mehr (dépòt continu der belgischen Autoren). Wie die experimentelle Zellenanalyse aber beweist, haben wir mit ziemlich komplizierten und sich stets verändernden Strukturen zu tun. Anfangs sind es in einer Reihe angeordnete Tröpfchen, dann bildet sich aus ihnen eine feste, bzgw. halbfeste, körnige Membran. Gleichzeitig kommt auch der Spalt (die Zellhautschichten) zum Vorschein. Was sollen

wir da mit dem Terminus „Zellplatte" bezeichnen? Bei der dynamischen Auffassung dieses Vorganges — wie wir es tun — fallen alle terminologischen Schwierigkeiten weg. Statt nach der Struktur der „Zellplatte" zu fragen, scheint es mir richtiger zu sein nach dem Charakter der Protoplasmastruktur zu fragen. Statt zu fragen, ob und wann die „Zellplatte" einer Spaltung unterliegt, scheint es mir richtiger, diese Frage in Bezug auf den Protoplasten zu stellen.

Da uns aber Tatsachen bekannt sind, die einen engen Zusammenhang der Zellmembran mit dem Protoplasma beweisen (Hecht, Hansteen-Cranner, Küster, Weber, Gratzy, Gicklhorn, Prat u. a.) betone ich, dass ich unter Protoplasmaspaltung bloss die Bildung der Zellhautschichten verstehe. Während der Zytokinese entstehen zwei Hautschichten zweier Tochterzellen (vgl. 1932d). Wir verstehen darunter selbstverständlich die realen in der Zelle wirklich vorhandenen und nicht die durch Plasmolyse künstlich hervorgerufenen Hautschichten (vgl. Linsbauer, 1933). Es darf nicht vergessen werden, dass die Tröpfchen, aus denen später die Membran entsteht, nicht immer dieselben Eigenschaften auf dem ganzen Durchschnitt besitzen müssen (1932d) *). In diesem Falle kann die Membran mit Streifen einer anderen Substanz durchsetzt sein. Ebenso wissen wir nicht, ob nicht etwa zwischen den einzelnen Tröpfchen Plasmafäden zurückbleiben und welchen Umwandlungen sie da unterliegen. Manche Bilder, die bei der Plasmolyse früher Membranstadien auftreten, scheinen dafür zu sprechen.

Die Beobachtungen im polarisierten Lichte ermöglichen es, den Entmischungsprozess und die Bildung der halbfesten Membran aus den Tröpfchen, von dem Moment der Entstehung der definitiven Zellmembran an, deutlich zu scheiden. Im polarisierten Lichte leuchtet die Tröpfchensubstanz nicht; 30 Minuten, nachdem die Tröpfchen entlang der ganzen Querschnittlinie der Zelle sich angeordnet hatten, beginnt ihre Linie zu leuchten. Im Laufe von wenigen Minuten wird dies Leuchten so intensiv, wie es sonst bei älteren Membranen der Fall

---

*) Es kann an dieser Stelle nicht darüber diskutiert werden, wie sich dieser Umstand zu der Struktur der „Dermatosomen", denen Lüdtke (1933) letztens ebenfalls eine „Hautsubstanz" zuschreibt, verhält.

ist. Auf dem vital mit Phenosafranin gefärbten Material fängt es ebenfalls ungefähr nach 30 Minuten an, wobei die Membran orangengelb leuchtet. Wird inzwischen die Zelle plasmolysiert und die Anwesenheit der auf der Phot. 7 abgebildeten Membran konstatiert, so zeigt sich, dass diese Membran noch nicht leuchtet. Aus dem Vergleich dieser Resultate mit den oben dargestellten Ergebnissen der Vitalfärbung ergibt sich, dass die Bildung der festen bzw. halbfesten Membran aus den flüssigen entmischten Tröpfchen sehr schnell erfolgt, u. zw. sofort, nachdem die Tröpfchen die ganze Querschnittsfläche der Zelle eingenommen hatten; die definitive Zellmembran entsteht erst später.

Interessant ist hier folgender Umstand: das Leuchten der neugebildeten Membran beginnt erst dann, wenn die entmischten Tröpfchen und die plasmatischen Zellhautschichten die Wand der Mutterzellen erreichen. Falls aus irgendeinem pathologischen Grunde der Phragmoplast den ganzen Querschnitt der Zelle nicht besetzt, wird kein Leuchten und mithin auch keine definitive Membran beobachtet. Dieser Umstand scheint darauf hinzuweisen, dass in den Prozessen der Membranbildung der äussere Teil des Protoplasten (vgl. korticales Plasma bei Linsbauer, 1929, 1933), eine wesentlichere Rolle spielt (Linsbauer, 1933).

5. In der letzten Zeit hat Wóycicki (1932a, b) einige Arbeiten veröffentlicht, in denen er die Frage des Mechanismus der in den Pollenmutterzellen stattfindenden und unter der Bezeichnung „simultane Zellteilung" bekannten Zytokinese untersucht. Nach Wóycicki ist dieser ganze Vorgang auf eine Kontraktion des Protoplasten zurückzuführen, bei der gleichzeitige Entmischung und Ausscheidung von Kallose oder Kalloseähnlichen Stoffen stattfindet. Da auf diese Weise beide bei den Pflanzenzellen vorkommenden Zytokinesetypen auf ähnlich verlaufende Entmischungsprozesse zurückgeführt wurden, schien es mir von Interesse zu untersuchen, in welchem Masse die vitalen Färbungen bei dem durch Wóycicki untersuchten Typus sich anwenden liessen. Meine Untersuchungen in dieser Hinsicht stützen sich auf Beobachtungen über die Teilung von vitalgefärbten Palmellastadien von *Chlamydomonas* sp. sowie auf Beobachtungen über die Entstehung von Oosporen bei *Saprolegnia* sp., die auf einem gefärbten Nährboden nach der Methode von Skupieński

(1929, 1931) und Guilliermond (1929, 1930) gezogen wurden. Die Zytokinese dauert hier sehr lange, bis 9 Stunden, und führt zur Abtrennung des Kopfteiles und nachher zur Ausbildung der Oosporen in dem fertigen Oogonium. Die sich kontrahierenden Oosporenprotoplasten bleiben, ganz so wie die Gonenprotoplasten (Wóycicki, 1932b, Abb. 74, 75, 76), durch Fäden und Brücken miteinander verbunden. Die zwischen den Protoplasten entstehenden Vacuolen färben sich mit Neutralrot und fliessen stets in eine grosse zentrale Vacuole zusammen. In einem bestimmten Momente ziehen sich alle Oosporen stark zusammen, sie runden sich ab, und die Brückenbildungen verschwinden. Gleichzeitig oder bald nachher entfärbt sich der ubriggebliebene, rosagefärbte Inhalt des Oogoniums. Dieser Vorgang sieht so aus, als ob — es sei mir der Vergleich gestattet — eine durch Anthocyan gefärbte Vacuole sich plötzlich infolge Tötung des Tonoplasten entfärben würde.

Die Methode der Vitalfärbung ermöglichte somit die Feststellung des Charakters der Entmischung in zwei vollkommen verschiedenen Zellteilungstypen. Wenn man dazu noch in Betracht zieht, dass der Koazervationsprozess auch zur Bildung von Grenzschichten im Protoplasma führen kann (Bungenberg de Jong und Kruyt, 1930; Bungenberg de Jong, 1932), scheint dieser Umstand nicht ohne Bedeutung zu sein. In der Diskussion über den Mechanismus und die Morphologie der einzelnen Zytokinesetypen (vgl. Sharp-Jaretzky, p. 276) wird die Methode der Vitalfärbung noch manchen Dienst zu erweisen vermögen.

Institut für Allgemeine Botanik der Universität Warschau.

A. WODZICZKO i J. DYBOWSKA.
z Zakładu Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Poznańskiego.

(wpłynęło 12.III.1934).

ANALIZA PYŁKOWA TORFOWISKA „PUSTELNIA" W POWIECIE ŚWIĘCIAŃSKIM.

(Pollenanalytische Untersuchung des Torfmoores „Pustelnia" im Kreise Święciany, Nordost-Polen).

Torfowisko „Pustelnia" leży w gminie Komaje powiatu święciańskiego, w odległości 15 km w kierunku południowo-wschodnim od stacji kolejowej Łyntupy.

Szata roślinna torfowiska została bliżej opisana na innem miejscu*).

Osobliwością jej jest występowanie reliktów glacjalnych, do których zaliczamy brzozę karłowatą (*Betula nana* L.) i wierzbę borówkolistną (*Salix myrtilloides* L.). Grubość warstwy torfu nie przekracza 4 m. Próbki do analizy pyłkowej zostały pobrane świdrem torfowym z zamykaną komorą przez p. B. Pustołę z Kluszczan w trzech miejscach. Profil najgłębszy, wydobyty w obrębie występowania brzozy karłowatej, na wschodniej stronie torfowiska, w odległości 200 m na zachód od najwyższego wzgórza. Profil drugi o głębokości 1,20 m pobrany na środku torfowiska, około 200 m na za-

---

*) A. Wodziczko i B. Pustoła: Brzoza karłowata (*Betula nana* L.) w powiecie święciańskim. Ochrona przyrody. R. XI.1931.

— —: *Betula nana* L. in the district of Święciany (Northeastern Poland). Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VIII. 1931.

chód od poprzedniego, zaś profil trzeci znów 200 m na zachód od drugiego.

Stratygrafja torfowiska według najgłębszego wiercenia przedstawia się następująco:

0—75 cm — Torf torfowcowy młodszy, barwy jasno brunatnej, słabo zhumifikowany, szczątki torfowców, wełnianki pochwowatej, igły sosen zupełnie dobrze zachowane. Przechodzi stopniowo w następny.

75—120 cm — Torf torfowcowy starszy, barwy ciemniejszej, o składzie tym samym, jednak silniej zhumifikowany.

120—160 cm. — Torf torfowcowo-leśny, barwy ciemnobronzowej, z licznemi resztkami drewna sosen i brzóz. Na poziomie 150 — 170 cm pokład pni sosen. Przechodzi stopniowo w torf turzycowy.

260—320 cm — Torf turzycowy, średnio zhumifikowany, w warstwie dolnej zmieszany z iłem, zawiera szczątki ślimaków wodnych.

320—350 cm — Ił jeziorny, barwy zielonkawej.

Analiza pyłkowa wykonana według metody L. von Posta, pyłki liczono do 150. Ilość pyłków w torfie była obfita i nie wykazywała większych zmian. Wyniki przedstawione są w załączonych tabelach liczbowych i diagramie profilu najgłębszego.

W zielonym ile jeziornym, niżej 320 cm pyłki są zniszczone i zachowane w niewielkiej tylko ilości.

Od 320—275 cm — występują obficie sosna i brzoza, osiągając w tym okresie bezwzględne maximum (sosna 79%, brzoza 43%). Pojawiają się już drzewa liściaste jak olsza i wiąz, którym towarzyszy również świerk. Okres ten możemy uważać za borealny (według terminologji Blytta i Sernandera).

Od 275—155 cm — sosna opada do minimum (28% na poziomie 220 cm), natomiast drzewa liściaste osiągają tu swoje maximum. Dąb, lipa i wiąz (Quercetum mixtum) osiągają tu największe nasilenie (14,60%) na poziomie 220 cm. Również kulminuje w tym

okresie olsza (26,60%). W podszyciu lasu występuje leszczyna osiągając maximum 14% przy 240 cm. Okres ten uważać możemy za atlantycki na podstawie widma pyłkowego, natomiast obecność w torfie drewna sosen i brzóz tłumaczymy przypuszczeniem, że na wypełnione w okresie poprzednim torfem niskim torfowisko, równocześnie z rozwojem torfowców wszedł las sosnowo-brzozowy.

Od 155—75 cm — krzywe sosny i świerka wykazują silniejsze natężenie. Sosna osiąga tu drugie maximum (84%). Jednocześnie zmniejsza się procent brzozy. Jest to okres subborealny, przyczem obfitsze nagromadzenie pni w torfie w poziomie 150 — 160 cm, którego jednak żadną miarą nie można uważać za horyzont graniczny, przypada na sam początek tego okresu. Podobnie zmiana torfu torfowcowego z końcem tego okresu, z ciemniejszego „silniej zhumifikowanego" na jaśniejszy, bardzo mało zhumifikowany, dokonuje się stopniowo i w niczem nie przypomina Weberowskiego „horyzontu granicznego", więc też terminy starszy i młodszy torf torfowcowy, mają tylko względne znaczenie.

Od 75 — 0 cm — krzywa sosny opada, obserwujemy zaś silniejszy rozwój brzozy i olszy. Odcinek ten wyróżniamy jako okres subatlantycki.

W profilu drugim, o głębokości 120 cm, możemy analogicznie wyróżnić części okresu atlantyckiego (120—90 cm), dalej okres subborealny z przewagą sosny (90—50 cm) i okres subatlantycki (50—0 cm). Torfowisko w tem miejscu zaczęło się tworzyć dopiero w okresie atlantyckim.

W profilu trzecim daje się wyróżnić jedynie okres subborealny i subatlantycki. W profilu drugim i trzecim spotykamy tylko torf torfowcowy, dołem ciemniejszy i silniej rozłożony, od 50 cm pod powierzchnią jasny z dobrze zachowanemi szczątkami torfowców.

Porównanie analizy pyłkowej torfowiska „Jelnia" w powiecie dziśnieńskim*) leżącego około 110 km dalej w kierunku północno-wschodnim, na którem dochowała się również brzoza karłowata, wykazuje zupełną analogję co do historji rozwoju lasów okolicznych.

Badanie wymiarów pyłków brzozy, by tą ewentualnie drogą ustalić reliktowe stanowisko brzozy karłowatej, wykazało obecność pyłków mniejszych od 17 μ, więc uważanych za pyłki brzozy karłowatej, w całym profilu pierwszym. Należy jednak podkreślić, że mierzone porównawczo pyłki brzozy omszonej i brodawkowatej z tego torfowiska wykazywały też pewien procent pyłków mniejszych niż 17 μ. Sprawa ta będzie przedmiotem specjalnych badań, gdyż doniesienie to uważamy za tymczasowe.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Verfasser teilen die Resultate der pollenanalytischen Untersuchung des durch den Standort von *Betula nana* L. bekannten Torfmoores „Pustelnia" im Kreise Święciany (Wojewodschaft Wilno) mit. Das 4 m dicke Torflager zeigt boreales Alter, wobei das frühe Auftreten von Fichtenpollen (14%) in der borealen Periode, während der Herrschaft der Kiefern- und Birkenwälder, recht charakteristisch ist. Diese Tatsache unterstützt die Annahme, dass die Fichte im Postglacial nach Nordostpolen aus einem östlichen Refugium zugewandert ist.

---

*) J. Trela: Torfowisko Jelnieńskie koło Dzisny w północno-wschodniej Polsce. Spraw. Kom. Fizjogr. Pol. Akad. Um. Tom LXVI. Kraków 1930.

Torfowisko Pustelnia. Profil I.

Głębokość w cm.	Pinus	Picea	Betula	Alnus	Quercus	Tilia	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Salix	Corylus
0	56	9,33	24	9,33	1,33	—	—	1,33	—	—	1,33	—
10	60,66	15,33	16,66	6	1,33	—	—	1,33	—	—	2,66	2
20	58,66	9,33	23,33	6	2,66	—	—	2,66	—	—	0,66	0,66
30	66,66	7,33	21,33	4	0,66	—	—	0,66	—	—	2,66	1,33
40	66	10	15	8	—	—	—	—	1	—	—	2,66
50	65,33	10,66	18,66	5,33	—	—	—	—	—	—	—	1,33
60	70.66	16	7,33	3,33	1,33	—	—	1,33	1,33	—	—	1,33
70	66	15,33	6,66	0,66	0,66	—	—	0.66	—	—	—	—
80	76,66	14	3,33	4,66	—	—	—	—	—	1,33	—	—
90	84,66	8,66	2	2,66	0,66	0,66	—	1,33	0,66	—	—	—
100	74,66	15,33	6	3,33	—	—	—	—	0,66	—	—	—
110	64,66	23,33	5,33	3,33	2	1,33	—	3,33	—	—	—	—
120	71,33	16,66	5,33	5,33	0,66	0,66	—	—	—	—	—	—
130	67	25	2	5	1	—	—	1	—	—	—	—
140	71,33	17,33	4,66	6	0,66	—	—	0,66	—	—	—	—
150	76	10	5	5	—	2	—	2	—	2	—	—
160	62	24	5	7	1	1	—	2	—	—	—	—
170	54,66	26,66	3,33	14,66	—	0,66	—	0,66	—	—	—	—
180	62	22	5	10	—	1	—	—	—	—	—	6
190	48	16	8,33	19,66	0,66	7,33	—	8	—	1,33	—	5
200	41	14	19	18	—	8	—	8	—	—	—	13
210	49,33	5,66	18,66	14	2	7,33	2,66	12	—	0,66	0,66	8,66
220	28,66	8,66	23,33	24,66	—	6	8,66	14,66	—	—	—	11,33
230	46	7	17	18	3	5	4	12	—	—	—	11
240	38,66	5,33	21,33	20,66	—	8,66	5,33	14	—	—	—	14
250	36	6,66	20	26,66	—	4	6	10	0,66	—	0,66	9,33
260	33,33	6	28	19,33	0,66	2,66	10	13,33	—	—	1,33	4,66
270	39	11	20	18	2	3	9	14	—	—	—	5
280	51,33	—	43,33	2	—	—	3,33	3,33	—	—	0,66	1,33
290	56,66	0,66	28	6,66	—	0,66	7,33	8	—	—	—	3,33
300	54	4	41,33	—	0,66	—	—	—	—	—	0,66	0,66
310	50	14	31	1	—	—	4	4	—	—	5	4
320	79,33	6	12	—	0,66	2	—	0,66	—	—	4	0,66
330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350	93	1	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Torfowisko Pustelnia. Profil II.

Głębokość w cm.	Pinus	Picea	Betula	Alnus	Quercus	Tilia	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Salix	Corylus
0	80	4	14	2	—	—	—	—	—	—	0,66	2,66
10	80	4,66	9,33	5,33	—	—	—	—	—	0,66	2	0,66
20	85,33	6	4,66	4	—	—	—	—	—	—	1,33	1,33
30	85,33	3,33	7,33	3,33	0,66	—	—	0,66	—	—	1,33	1,33
40	72	9,33	10	6,66	1,33	0,66	—	2	—	—	—	1,33
50	72	7,33	9,33	9,33	—	—	—	—	—	—	0,66	1,33
60	80,66	8,66	3,33	7,33	0,66	0,66	—	1,33	—	—	0,66	—
70	75,33	10,66	10,66	5,33	—	—	—	—	—	—	—	1,33
80	74,66	9,33	5,33	9,33	—	—	—	—	—	—	0,66	0,66
90	80,66	13,33	5,33	4,66	—	—	—	—	—	—	—	1,33
100	63,33	9,33	8	15,33	—	—	—	—	—	—	2	4
110	64	20	3,33	10	—	2,66	—	2,66	—	—	0,66	2
120	64,66	18,66	4	12	—	0,66	—	0,66	—	—	—	0,66

Torfowisko Pustelnia. Profil III.

Głębokość w cm.	Pinus	Picea	Betula	Alnus	Quercus	Tillia	Ulmus	Quercetum mixtum	Fagus	Carpinus	Salix	Corylus
0	63	10	24	3	—	—	—	—	—	—	1	2
10	56,66	16	23,33	3,33	0,66	—	—	0,66	—	—	1,33	1,33
20	70,66	9,33	12,66	6,66	—	0,66	—	0,66	—	—	1,33	2
30	84,66	4,66	6,66	3,33	—	0,66	—	0,66	—	—	2	2
40	86,66	6	4,66	2,66	—	—	—	0,66	—	—	0,66	—
50	76,66	10,66	10	2	0,66	—	—	0,66	—	—	—	—
60	82,66	7,33	8,66	1,33	—	—	—	—	—	—	0,66	—
70	82	7,33	9,33	1,33	—	—	—	—	—	—	2,66	—
80	81,33	10,66	5,33	2	0,66	—	—	—	—	—	—	—
90	67,33	19,33	4,66	8	—	0‘66	—	0,66	—	—	—	0,66

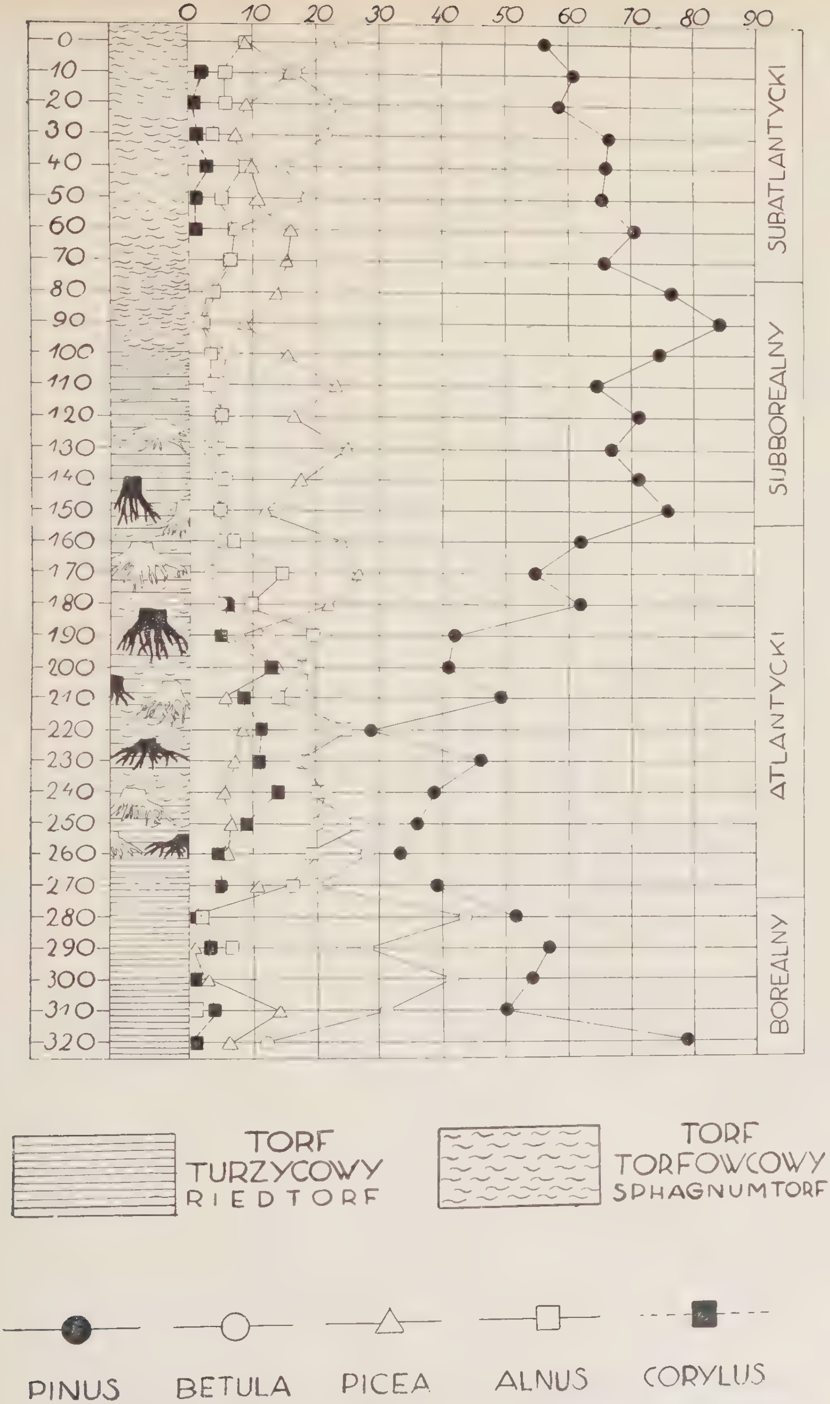


Diagram pyłkowy torfowiska „Pustelnia" w powiecie święciańskim.

Ryc. 53.

PIOTR STREBEYKO

z Zakładu Uprawy i Nawożenia Roli
S. G. G. W. w Warszawie.
Institute of Management. College of
Agriculture in Warsaw.

(wpłynęło 12.IV.1934).

WPŁYW FOSFORU NA ROZWÓJ OWSA I NA POBIERANIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH (P, N, S) W RÓŻNYCH OKRESACH WEGETACJI.

(The influence of phosphorus on the growth of oats and on the intake of mineral compounds (P, N, S) at different periods of vegetation).

Poszukując zależności między zawartością przyswajalnego fosforu w glebie a składem chemicznym owsa, przeprowadziliśmy doświadczenie, w którem fosfór był dawkowany od ilości bardzo małych aż do zupełnie wystarczających, a rośliny analizowano w różnych okresach wegetacji. Wyniki dotyczące zależności między składem chemicznym owsa a potrzebami nawozowymi gleby podajemy w Rocznikach Nauk Rolniczych i Leśnych, tu zaś omówimy pewne zjawiska interesujące z punktu widzenia fizjologji roślin.

Podobne doświadczenia były już robione przez M. Korczewskiego *).

---

*) M. Korczewski — Wachstum und Ertrag — Acta Soc. Bot. Poloniae VI, 1, 1929.

BADANIA WŁASNE.

Na 8 kg. gruboziarnistego piasku w wazonach dano 0,5 gr. N w formie $NaNO_3$ i 0,3 gr. K_2O w formie K_2SO_4, a fosfór był dawkowany w różnych ilościach: 0,02 — 0,05 — 0,10 — 0,20 gr. P_2O_5 w formie superfosfatu. Wilgotność piasku utrzymywano stale na 60% pojemności przez codzienne podlewanie wodą destylowaną na wadze.

Owies posadzono 7.V po 25 ziarn na wazon. W 35 dni po posadzeniu (11.VI) wazony przerwano do 15 roślin. Usunięte rośliny zważono i zanalizowano; na podstawie ciężaru roślin obliczono przypuszczalne plony z wazonu, licząc po 15 roślin na wazon. To był jakgdyby pierwszy sprzęt. W następnych terminach: 21.VI (45 dni), 6.VII (60 dni) i 21.VII (75 dni) sprzątano po 4 wazony z każdej kombinacji, a 5.VIII (90 dni) po 8 wazonów i z nich obliczono średnie plony.

Zasadniczo w minimum był fosfór przy niższych jego dawkach, ale dla lepszego zorjentowania się w warunkach wegetacji rozpatrzymy i inne składniki mineralne:

Azotu dano 0,5 gr. na wazon, wykorzystanie zaś jego przez owies razem z korzeniami, których nie analizowano, mogło dochodzić do 300 mg. (60%), a więc azot był raczej w nadmiarze.

Tlenku potasu dano po 0,3 gr. na wazon. Z doświadczeń M. G ó r s k i e g o i J. K r o t o w i c z ó w n y*) przeprowadzonych na tymsamym piasku wynika, że dawka 0,3 gr. K_2O była wystarczająca do osiągnięcia 40 gr. plonu ziarna i słomy razem, podczas gdy u nas plon był mniejszy (do 25 gr.).

Magnez w doświadczeniu M. K o r c z e w s k i e g o i F. M a j e w s k i e g o**), przeprowadzonem również na piasku, podwyższał plon owsa przy optymalnej dawce z 46,8 na 50,2 gr ziarna i słomy razem (o 7%), a więc i bez dodatku magnezu plon mógł osiągnąć 46 gr, a więc magnezu prawdopodobnie nie było zamało. Tlenku wapnia piasek zawierał 0,05%, co stanowi w 8 kg piasku około 4 gr CaO, a zapotrzebowanie owsa mogło wynosić około 0,3 gr. Pozatem wiemy z wła-

---

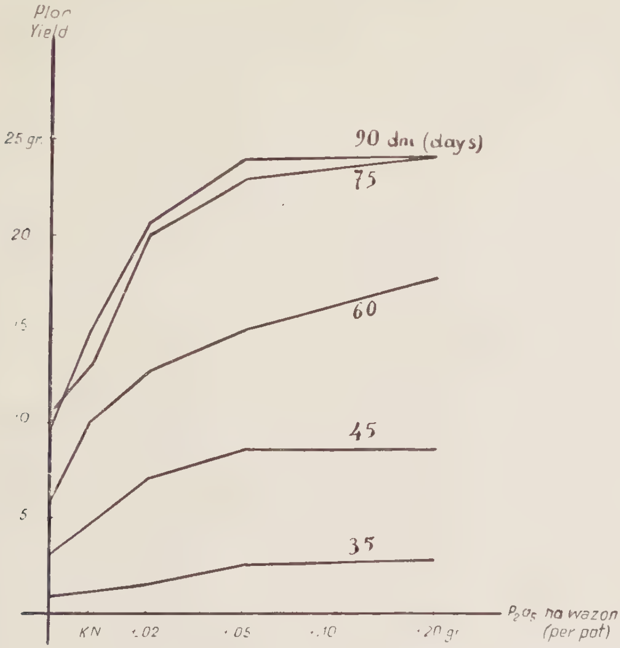
*) M. G ó r s k i i J. K r o t o w i c z ó w n a — Porównanie nawozów potasowych w doświadczeniach wazonowych — Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, 31, 1, 1934.

**) M. K o r c z e w s k i i F. M a j e w s k i — Wpływ dawki magnezu na plon i skład chemiczny owsa — Roczn. N. R. i L. 28, 145, 1932.

snych doświadczeń, że piasek ten nie reaguje na nawożenie wapnem, jeżeli źródłem azotu jest $NaNO_3$ — sól fizjologicznie zasadowa; wapno działa tylko przy solach fizjologicznie kwaśnych, a więc działa głównie jako regulator reakcji środowiska, a nie jako składnik pokarmowy. Siarki było wystarczająco w siarczanie potasowym (0,1 gr S), sodu — w azotanie sodowym (1,1 gr Na_2O), a żelaza — w piasku.

I. PLONY.

Jak widać z tabeli 1, (ryc. 54), kwas fosforowy był w minimum aż do dawki 0,1 gr P_2O_5; ta dawka była już wystarczająca, bo ostatecznie dała nie mniejszy plon, niż dawka 0,2 gr P_2O_5, która wobec tego była nadmierna.



Ryc. 54. (tab. 1).

Jeżeli plony przedstawimy w liczbach względnych, przyjmując za 100 plon otrzymany przy dawce 0,2 gr P_2O_5 (tabl. 2), to widzimy, że bez nawożenia fosforowego (KN) plon owsa

TABELA 1 TABLE.

Średnie plony absolutnie suchej masy z wazonu. Średnie z 4-ch powtórzeń.

Average yields of dry matter per pot. Average of 4 parallels.

Nawożenie: 0,5 gr N jako (as) $NaNO_3$
Fertilizers: 0,3 gr K_2O — K_2SO_4
0 . . . . 0,2 gr P_2O_5 — superfosfat (superphosphate)

Wymieszane z 8 kg piasku. Roślina — owies.
Mixed with 8 kg of sand. Plant — oats.

	35	45	60	75			90 dni (days)		
				ziarno grain	słoma straw	Razem Total	ziarno grain	słoma straw	Razem Total
KN	1,0	3,2	6,0	3,3	7,35	10,65	3,4	6,5	9,9
„ +02 gr P_2O_5	1,2	4,8	10,1	4,1	8,9	13,0	5,35	9,7	15,05
„ .05	1,6	7,25	12,8	6,25	13,7	19,95	7,15	13,45	20,6
„ .10	2,6	8,7	14,95	5,95	17,0	22,95	7,8	16,2	24,0
„ .20	2,9	8,7	17,75	6,1	18,1	24,2	7,75	16,5	24,25

wynosił stale około 40%, przy dawce 0,02 gr P_2O_5 około 60%, przy dawce 0,05 gr P_2O_5 — około 80%, a przy dawce 0,1 gr P_2O_5 — około 90 — 100%. Względna wielkość plonów dla każdej dawki P_2O_5 była już od 45 dnia aż do końca wegetacji prawie stała, a nawet 35-go dnia stosunki między plonami układały się podobnie.

TABELA 2 TABLE.

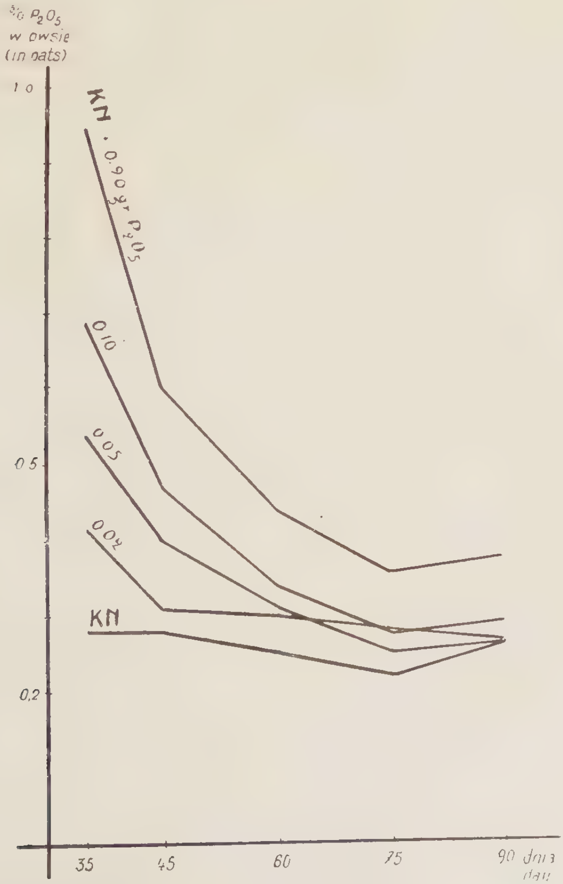
Względna wielkość plonów, przyjmując plon przy 0,20 gr P_2O_5 za 100.
The relative values of yields, if the yield at 0,20 gr P_2O_5 is 100.

	35	45	60	75	90 dnia day	45—90 dni w przybliżeniu approximately
KN	34	37	34	44	41	40
„ + .02 gr P_2O_5 .	41	55	57	54	62	60
.05 „	55	83	72	82	85	80
.10 „	90	100	84	95	99	95
.20 „	100	100	100	100	100	100

Widzimy więc, że zróżnicowanie masy roślin przy różnych dawkach P_2O_5 nastąpiło bardzo wcześnie (45-go dnia) i mniejwięcej w tym stosunku utrzymywało się przez cały czas wegetacji, aż do końca, to znaczy, że każdy gram masy z dnia 45-go rozrastał się dalej mniejwięcej z jednakową szybkością.

II. POBIERANIE FOSFORU.

Zmieloną substancję roślinną spalano z kwasem siarkowym i azotowym, a fosfór oznaczano metodą L o r e n z a w modyfikacji R o m a ń s k i e g o.



Ryc. 55. (tab. 3).

Tabela 3 (ryc. 55) przedstawia procentową zawartość P_2O_5 w ziarnie, słomie i w przeliczeniu na całe rośliny (bez korzeni).

TABELA 3 TABLE.

Procentowa zawartość P_2O_5 w suchej masie.
Percent of P_2O_5 in dry matter.

	35	45	60	75			90 dnia (day)		
				ziarno grain	słoma straw	Razem Total	ziarno grain	słoma straw	Razem Total
KN	.28	.28	.25	.53	.10	.22	.59	.09	.26 % P_2O_5
„ +.02 gr P_2O_5	.42	.31	.30	.56	.11	.28	.58	.09	.265
.05 „	.54	.40	.31	.61	.09	.25	.60	.08	.26
.10 „	.69	.47	.34	.74	.11	.275	.73	.08	.29
.20 „	.95	.60	.44	.935	.16	.355	.97	.10	.375

Różnice pod względem procentowej zawartości P_2O_5 w owsie przy różnych dawkach fosforu są ogromne na początku wegetacji, z czasem coraz bardziej maleją, a przy końcu wegetacji zupełnie się zacierają i tylko nadmierna dawka 0,20 gr P_2O_5 dała wyższą procentową zawartość P_2O_5 w roślinach. Rośliny najmniejsze i najuboższe wyhodowane bez nawożenia fosforowego (KN), które miały tylko tyle fosforu, ile go pobrały z gruboziarnistego piasku (piasek zawierał 0,01% P_2O_5, czyli w 8 kg piasku było około 0,8 gr P_2O_5, ale w formie trudnoprzyswajalnej dla roślin), od początku do końca wegetacji miały stale jednakową procentową zawartość P_2O_5 (.28 — .28 — .25 — .22 — .26%). Natomiast przy coraz wyższych dawkach superfosfatu procentowa zawartość P_2O_5 w roślinach zmieniała się z wiekiem coraz bardziej, bo im wyższa była na początku, tem szybciej spadała wciągu wegetacji, aż w końcu prawie zupełnie się zrównała we wszystkich kombinacjach. Najlepiej ilustruje to ryc. 55.

W tablicy 4 przedstawiono ilości pobranego przez rośliny P_2O_5 z wazonu w miligramach po 35, 45, 60, 75 i 90-ciu dniach wegetacji, z różnicy zaś między terminami znajdujemy, jak duże było pobieranie fosforu w poszczególnych okresach (tab. 5 ryc. 56).

TABELA 4 TABLE.

Pobieranie P_2O_5 w mg z wazonu.
Intake of P_2O_5 in mg per pot.

	35	45	60	75	90 dni (days)
KN	3	9	15	23	26 mg P_2O_5
„ +.02 gr P_2O_5	5	15	30	36	40
„ .05 „	9	29	40	50	54
„ .10 „	18	41	51	63	70
„ .20 „	28	52	78	86	91

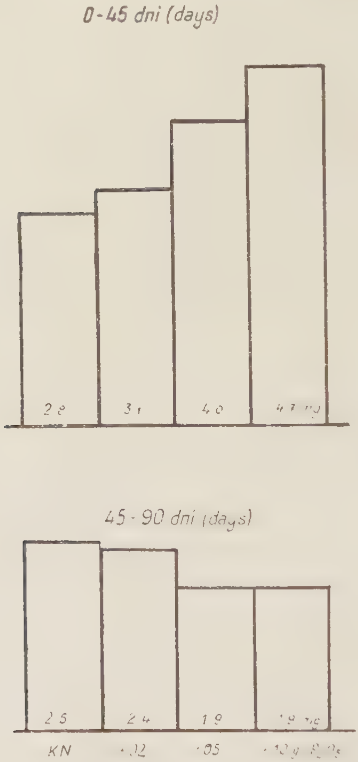
TABELA 5 TABLE.

Pobieranie P_2O_5 w mg z wazonu w poszczególny okresach wzrostu.
Intake of P_2O_5 in mg per pot at different periods of growth.

								Na 1 gr przyrostu suchej masy Per 1 gr of increase of dry matter	
	0—35	35—45	45—60	60—75	75—90	0—45	45—90	0—45	45—90
KN	3	6	6	8	3 mg	9 mg	17 mg	2,8	2,5 mg P_2O_5
„ +.02 gr P_2O_5	5	10	15	6	4	15	25	3,1	2,4
„ .05 „	9	20	11	10	4	29	25	4,0	1,9
„ .10 „	18	23	10	12	7	41	29	4,7	1,9
„ .20 „	28	24	26	8	5	52	39	6,0	2,5

Na początku (0—35, 35—45 dni) szybkość pobierania P_2O_5 była tem większa, im wyższa była dawka P_2O_5, lecz później szybkość pobierania z różnych dawek wyrównywała się. W rezultacie przez pierwszych 45 dni wegetacji rośliny przy dawkach: 0 — .02 — .05 — .10 pobrały: 9 — 15 — 29 — 41 mg P_2O_5, a przez następnych 45 dni pobrały: 17 — 25 — 25 — 29 mg P_2O_5. Na 1 gr przyrostu suchej masy rośliny pobierały z gleby w pierwszej połowie wegetacji: 2,8 — 3,1 — 4,0 — 4,7 mg P_2O_5, a w drugiej: 2,5 — 2,4 — 1,9 — 1,9 mg P_2O_5 na 1 gr, jeżeli obliczymy, ile suchej masy przyrosło między 45-ym a 90-ym dniem wzrostu (tab. 5 ryc. 56).

W drugiej połowie wegetacji z wyższych dawek fosforu rośliny pobierały go na jednostkę przyrostu masy nawet mniej, niż z niższych dawek, to znaczy że rośliny bogatsze w fosfór korzystały z nagromadzonych w sobie zapasów; wskutek tego procentowa zawartość P_2O_5 w roślinach dobrze w fosfór zaopatrzonych spadała z wiekiem szybciej, niż w roślinach ubogich, jak to widać z tabeli 3. i ryc. 55.



Ryc. 56. (tab. 5).
mg P_2O_5/1 gr. przyrostu suchej masy
(of increase of dry matter).

Te dwa fakty, że począwszy od 45-go dnia wegetacji wielkość plonów była jakgdyby przesądzona i że pobieranie fosforu z gleby na jednostkę przyrostu masy było tem mniejsze, im wyższa była dawka fosforu, wskazują, że od 45-go dnia wegetacji kwas fosforowy znajdujący się w glebie mało wpływał na rozwój roślin, a pobierany był raczej jako składnik zapasowy.

Np. bez nawożenia fosforowego (KN) i przy dawce .02 gr P_2O_5 być może, że rośliny pobrały z gleby tyle fosforu, ile tylko mogły, ale przy dawce .05 gr P_2O_5 napewno mogłyby pobrać więcej, a pobrały tylesamo, co przy dawce .02 gr, a nawet przy dawce .10 gr P_2O_5 pobrały niewiele więcej mimo, że fosforu wcale nie brakowało. Widzimy więc, że w drugiej połowie wegetacji (45—90 dzień) rośliny bogatsze nie pobierały tyle fosforu, ileby go pobrać mogły, gdyż częściowo korzystały z nagromadzonych w sobie zapasów.

Natomiast w pierwszej połowie wegetacji (do 45-go dnia), kiedy się decydowała wysokość plonów, pobieranie kwasu fosforowego ogromnie zależało od jego ilości w glebie: im wyższa była dawka fosforu, tem większa była masa roślin i tem

wyższa była procentowa zawartość P_2O_5, co w sumie dawało większy zapas fosforu dla dalszej wegetacji.

W roślinach 35- i 45-ciodniowych oznaczono formy fosforu. Substancję roślinną ekstrahowano 1_0-ym kwasem octowym przez pół godziny na aparacie rotacyjnym (30—40 obrotów na minutę) i w przesączu oznaczono: 1) fosfór mineralny przez bezpośrednie strącenie mieszaniną molibdenową; 2) fosfór rozpuszczalny po spaleniu przesączu z kwasem siarkowym i azotowym; 3) z różnicy zaś między fosforem rozpuszczalnym a mineralnym obliczono fosfór fitynowy. Jako rozpuszczalnika używano kwasu octowego, a nie solnego, bo wyekstrahowany kwasem octowym materjał służył następnie do oznaczania azotu białkowego metodą Mohr'a *).

Jak widać z tablicy 6, procentowa zawartość fosforu fitynowego we wczesnym okresie wegetacji była bardzo niska i nie zmieniała się prawie wcale przy różnych dawkach P_2O_5, natomiast procentowa zawartość fosforu nierozpuszczalnego

TABELA 6 TABLE.

Procentowa zawartość fosforu mineralnego, nierozpuszczalnego (białkowy + lecytynowy) i fitynowego w suchej masie.

Percent of mineral-, insoluble- (protein — lecithin) and phythin phosphorus in dry matter.

	35-go dnia (day) P_2O_5				45-go dnia (day) P_2O_5			
	mineralny mineral	nierozp. insoluble	fitynowy phytin	całkowity total	mineralny mineral	nierozp. insoluble	fitynowy phytin	całkowity total
KN	.12	.08	.07	.28%	.08	.13	.07	.28%
„ + .02 gr P_2O_5	.16	.19	.07	.42	.09	.16	.06	.31
„ .05 „	.34	.15	.05	.54	.15	.17	.08	.40
„ .10 „	.43	.19	.07	.69	.19	.19	.09	.47
„ .20 „	.58	.28	.09	.95	.27	.22	.11	.60

*) J. Mohr — Landw. Versuchst. 1903 (A. Szmuk — Tabakowiedienije, str. 213).

(białkowy + lecytynowy), a jeszcze bardziej — mineralnego przy wyższych dawkach P_2O_5 była wyższa. A zatem dobre zaopatrzenie roślin w fosfór podwyższało w młodych roślinach procentową zawartość fosforu mineralnego i nierozpuszczalnego, co się zgadza z wynikami badań Balickiej-Iwanowskiej*), Staniszkisa**) i Rousseaux***).

III. POBIERANIE AZOTU.

Zmieloną substancję spalano z kwasem siarkowym i rtęcią jako katalizatorem, a amonjak oddestylowywano z ługiem sodowym po strąceniu rtęci siarczkiem potasu. Jak widać z tabeli 7 (ryc. 57), procentowa zawartość azotu od 45-go dnia wegetacji była tem niższa im większa była dawka P_2O_5, natomiast 35-go dnia stosunki przedstawiają się wręcz odwrotnie: im większa była dawka fosforu, im wyższa procentowa zawartość P_2O_5 w roślinach, tem wyższa była procentowa zawartość azotu. To samo stwierdził M. Korczewski 1*).

TABELA 7 TABLE.

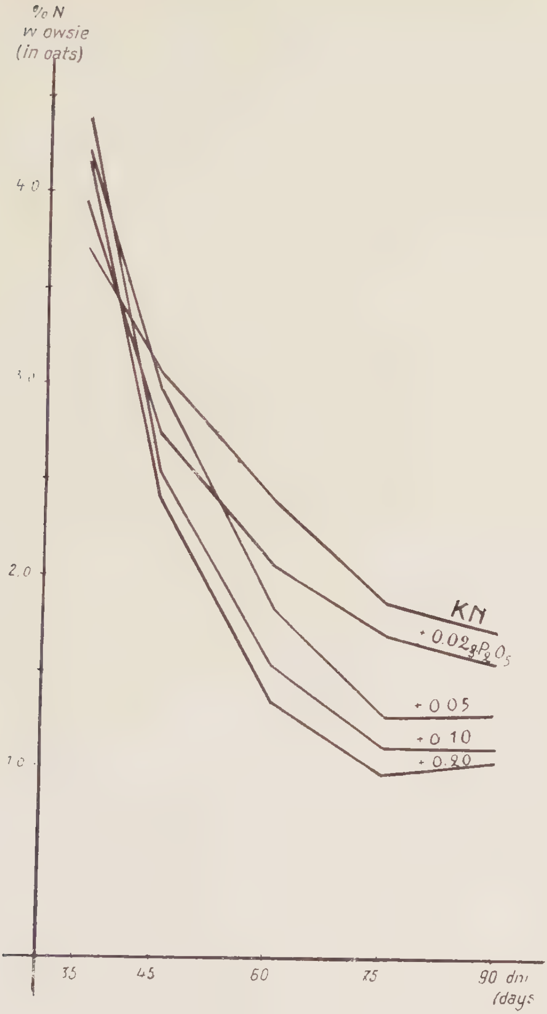
Procentowa zawartość N w suchej masie.
Percent of N in dry matter.

	35	45	60	75			90 dni (days)		
				ziarno grain	słoma straw	Razem Total	ziarno grain	słoma straw	Razem Total
KN	3,71	3,06	2,40	2,55	1,58	1,88	2,56	1,29	1,73% N
„ + .02 gr P_2O_5	3,96	2,76	2,08	2,57	1,34	1,72	2,80	0,90	1,57
„ .05 „	4,21	2,98	1,85	2,38	0,78	1,28	2,63	0,59	1,30
„ .10 „	4,38	2,55	1,51	2,29	0,70	1,11	2,37	0,50	1,11
„ .20 „	4,16	2,42	1,36	1,93	0,64	0,97	2,14	0,52	1,04

*) Balicka-Iwanowska — Przyczynek do poznania fizjologicznej roli kwasu fosforowego w żywieniu się roślin. 1906. Nakł. Ak. Um.

**) W. Staniszkis — Znaczenie kwasu fosforowego w życiu roślin, jego pobieranie i przerabianie.— Roczn. N. R. i L. 4, 319, 1909.

***) E. Rousseaux i Sirot — C. R. de l'Acad. d. Sc. 1920, 171, 578. (Jahresber. für Agr-Chem. 1921. 179).



Ryc. 57. (tab. 7).

Dopiero między 35 a 45-ym dniem wegetacji nastąpiło wyrównanie i odwrócenie stosunków, jak to widać z rysunku 57.

Do 35-go dnia przy większem pobieraniu fosforu azot był również szybciej pobierany i można powiedzieć, że fosfór zwiększał pobieranie azotu, a to miało miejsce właśnie wówczas, gdy się różnicowała masa roślinna pod wpływem nawożenia fosforowego (gdy się decydowały plony).

Jeżeli obliczymy, ile mg azotu rośliny pobrały z wazonu w różnych terminach (tab. 8), to z różnicy między terminami możemy znaleźć, jak duże było pobieranie azotu w poszczególnych okresach wegetacji (tab. 9) i widzimy, że pobieranie azotu podlegało bardzo wyraźnej prawidłowości: im wyższa była dawka fosforu w glebie i procentowa zawartość P_2O_5 w roślinach, tem wcześniej był pobrany azot.

TABELA 8 TABLE.

Pobieranie azotu w mg z wazonu.
Intake of nitrogen in mg per pot.

	35	45	60	75	90 dni (days)
KN	37	98	144	200	171 mg N
„ + .02 gr P_2O_5	47	133	210	224	237
„ .05 „	67	216	237	256	267
„ .10 „	114	222	226	255	266
„ .20 „	121	210	241	234	252

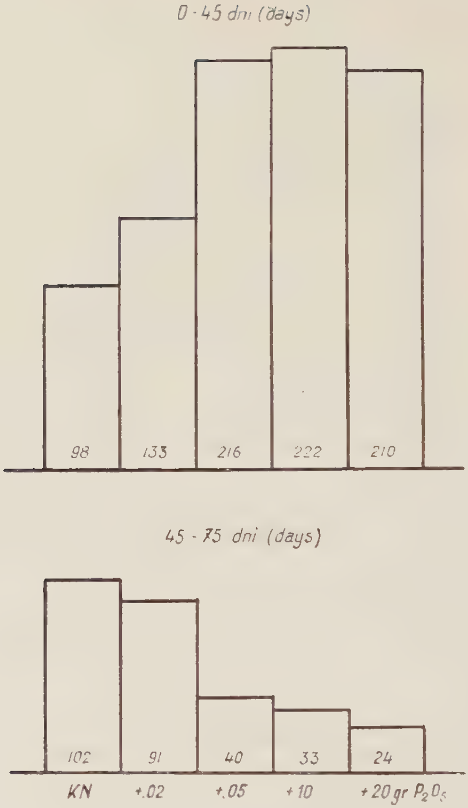
W okresie do 35-go dnia wegetacji najwięcej mg azotu pobrały rośliny przy dawce 0,2 i 0,1 gr P_2O_5 na wazon, między 35-m a 45-m dniem najwięcej azotu pobrały rośliny przy dawce 0,05 gr P_2O_5, między 45-m a 60-m dniem—przy dawce 0,02 gr P_2O_5, a między 60-m i 75-m dniem najwięcej azotu pobrały rośliny nienawożone fosforem (KN).

Do 45-go dnia owies pobierał tem więcej azotu, im wyższa była dawka fosforu: 98 — 133 — 216 — 222 mg N (ryc. 58), natomiast od 45-go do 75-go dnia było odwrotnie — więcej azotu pobierały rośliny słabiej zaopatrzone w fosfor: 102— 91 — 40 — 33 — 24 mg N. Z tego widać jasno, dlaczego od 45-go dnia wegetacji rośliny mniejsze, gorzej zaopatrzone w fosfór miały wyższą procentową zawartość azotu. Naogół można powiedzieć, że im wyższa była dawka fosforu, tem wcześniej był pobrany azot. Rośliny dobrze zaopatrzone w fosfór w drugiej połowie wegetacji prawie nie pobierały azotu. Natomiast brak fosforu wywoływał zaburzenia, polegające na przewlekłem pobieraniu azotu, które trwało tem

TABELA 9 TABLE.

Pobieranie azotu w mg z wazonu w poszczególnych okresach wzrostu.
Intake of nitrogen in mg per pot at different periods of growth.

	0 – 35	35 – 45	45 – 60	60 – 75	75 — 90	0 — 45	45 — 75	Na 1 gr przyrostu suchej masy / Per 1 gr of increase of dry matter: 0 — 35	35 — 45	45 — 60	60—75 dni (days)	
KN	37	61	46	**56**	--29	98	102	37	28	16	12	mg N/1 gr
„ + .02 gr P_2O_5	47	86	**77**	14	13	133	91	40	24	15	55	
„ .05 „	67	**149**	21	19	11	216	40	42	26	4	3	
„ .10 „	**114**	108	4	29	11	222	33	44	18	1	4	
„ .20 „	**121**	89	31	7	18	210	24	42	15	3	0	



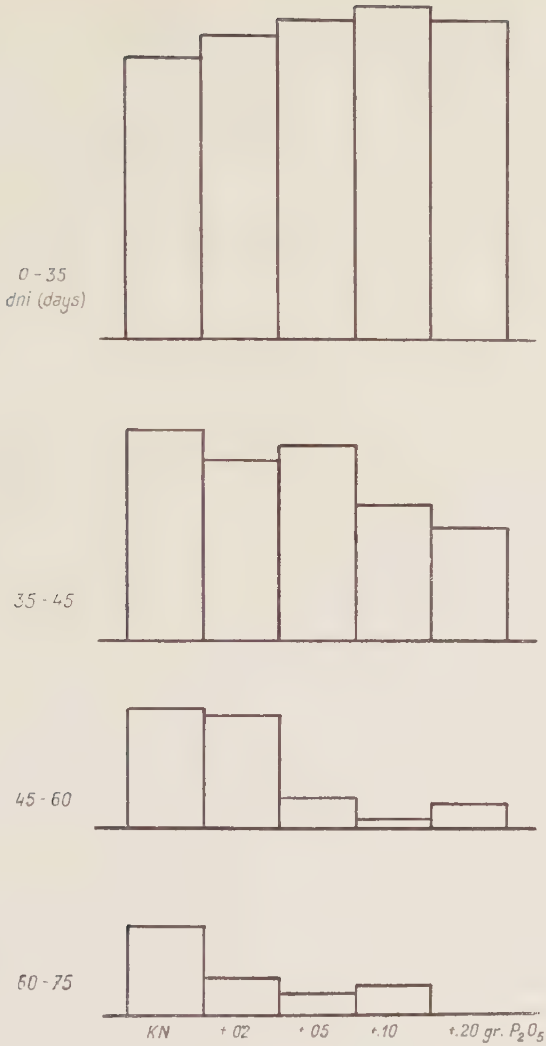
Ryc. 58. (tab. 9).
mg. N. pobrane (taken).

dłużej, im mniej miały rośliny fosforu. W tablicy 9. przedstawiono, jak duże było pobieranie azotu na 1 gr przyrostu suchej masy w poszczególnych okresach wegetacji (ryc. 6). Widzimy, że do 35-go dnia wegetacji rośliny pobierały jednakowe ilości azotu (około 40 mg/1 gr), a nawet trochę więcej przy wyższych dawkach P_2O_5.

Między 35-ym a 45-ym dniem pobieranie azotu na 1 gr przyrostu suchej masy przy dawce 0,20 i 0,10 gr P_2O_5 było już znacznie mniejsze, niż przy niższych dawkach.

Między 45-ym a 60-ym dniem pobieranie azotu przy dawkach 0,20, 0,10 i 0,05 gr P_2O_5 prawie ustało.

Między 60-ym a 75-ym dniem pobieranie azotu ustało już i przy najniższej dawce 0,02 gr P_2O_5, a tylko rośliny nie-



Ryc. 59. (tab. 9).
Pobieranie N w mg na 1 gr przyrostu suchej masy.
(Intake of N in mg per 1 gr of increase of dry matter).

nawożone fosforem pobierały jeszcze azot, lecz między 75-ym a 90-ym dniem wegetacji rośliny te część pobranego azotu utraciły. Straty azotu z owsa przy końcu wegetacji były również obserwowane przez Le Clerc'a i Breazeale *),

*) A. J. Le Clerc and J. F. Breazeale — Plant foods removed from growing plants by rain and dew. — Jear book Dept. Ag. U. S. A. 1908. 389. (cyt. J. Ag. Sci. 10, 371).

oraz przez Peterson'a i Scott'a *); w naszem doświadczeniu zachodziły one wówczas, gdy rośliny cierpiały na brak fosforu i pobierały przewlekle azot.

Naogół wpływ fosforu na pobieranie azotu był taki, jakgdyby różne grupy roślin zależnie od dawki P_2O_5 kolejno dochodziły do pewnego stanu fizjologicznej dojrzałości i przestawały pobierać azot; im wyższa była dawka P_2O_5, tem wcześniej kończył się proces pobierania azotu, a w rezultacie zgodnie z obserwacjami M. H. Pingree **) można powiedzieć, że fosfór powodował oszczędniejsze zużytkowanie azotu, natomiast brak fosforu był przyczyną przewlekłego i zbędnego pobierania azotu.

Analiza na azot białkowy przeprowadzona metodą Mohr'a (4) i Stutzer'a wykazała pewną zależność między pobieraniem fosforu a powstawaniem związków białkowych: po 35-u dniach wegetacji procentowa zawartość azotu białkowego była wyższa przy większych dawkach P_2O_5 za wyjątkiem dawki najwyższej (tab. 10); po 45-u, a jeszcze wyraźniej po 60-u dniach procentowa zawartość azotu białkowego była mniejsza przy wyższych dawkach P_2O_5 podobnie jak zawartość azotu ogólnego. Rośliny lepiej w fosfór zaopatrzone pobierały w drugiej połowie wegetacji bardzo mało azotu a przyrost ich masy był duży, więc zarówno azot ogólny, jak i białkowy ulegał większemu rozcieńczeniu, niż w roślinach ubogich w fosfór, gdzie przyrost masy w gramach był mniejszy, a pobieranie azotu duże.

Absolutna zawartość azotu białkowego liczona w miligramach na wazon była u roślin dobrze zaopatrzonych w fosfór większa tak 35-go, jak i 45-go dnia wegetacji, dopiero na 60-ty dzień ilość azotu białkowego prawie wyrównała się z wyjątkiem roślin nienawożonych fosforem (KN).

Przyrost azotu białkowego do 35-go dnia wegetacji był naogół tem większy, im wyższa była dawka fosforu; między 35-ym a 45-ym dniem widać już duże wyrównanie przyrostu,

*) J. W. Paterson and P. R. Scott — On the assimilation of soil constituents by oats — Jour. Dept. Agr. Victoria 12, (1914), No 4, 193. (cyt. Exp. Sta. Rec. 31, 632).

**) M. H. Pingree — The influence of nitrogenous, phosphatic and potassic fertilizers upon the percentage of nitrogen and mineral consistents of the oat plant. — Pensylvania Sta. Rpt. 1906, 43. (cyt. Exp. Sta. Rec. 19, 835).

TABELA 10 TABLE.

Zawartość azotu białkowego w suchej masie owsa oznaczona metodą Barnstein — Stutzer.

Protein-nitrogen in dry matter defined by the Barnstein—Stutzer method.

	% N			mg N			mg N		
	35.	45.	60. d.	35.	45.	60. d.	0—35.	35—45.	45—60. dzień day
KN	1,04	1,87	1,43%	10	60	86mg	10	50	26 mg N
„ + .02 gr P_2O_5	1,27	1,95	1,43	15	94	145	15	79	51
„ .05 „	2,55	1,74	1,10	41	126	141	41	85	15
„ .10 „	2,39	1,67	1,04	62	145	155	62	83	10
„ .20 „	1,81	1,55	0,90	52	135	160	52	83	25

a między 45-ym i 60-ym dniem przyrost azotu białkowego wogóle był mały i przytem zupełnie nieregularny wskutek tego, że rośliny bogatsze w fosfór przestały pobierać azot.

Białko owsa według G. Klein'a *) składa się częściowo z globulin, a częściowo z prolamin, które zawierają prawdopodobnie dużo siarki (T. B. Osborne), natomiast brak albumin i glutenin.

Proces tworzenia azotowych związków białkowych zależał od ilości pobieranego azotu, a pobieranie azotu zależało od fosforu.

IV. POBIERANIE SIARKI.

Siarkę całkowitą w roślinach oznaczaliśmy metodą podaną u König'a**). Jak widać z tabeli 11, im większa była dawka fosforu, tem wyższa była procentowa zawartość siarki w owsie. Pod względem ilości pobranej siarki w mg różnice

*) G. Klein — Handbuch der Pflanzenanalyse IV, 337 — 348 354 str.

**) J. König — Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe, 843 str. wyd. V, 1923.

były oczywiście jeszcze większe, bo przy wyższych dawkach fosforu masa roślin była większa, ale można zauważyć, że z czasem różnice te maleją, wyrównują się. Jeżeli obliczymy, jak duże było pobieranie siarki w poszczególnych okresach wegetacji, to widać, że od początku do 35-go dnia i tak samo między 35-m a 45-m dniem wegetacji pobieranie siarki było tem większe, im wyższa była dawka fosforu, ale już między 45-m a 60-m dniem pobieranie siarki przebiegało niezależnie od nawożenia fosforowego i było naogół bardzo małe, a więc podobnie, jak przy fosforze i azocie, pobieranie siarki w drugiej połowie wegetacji nie było uzależnione od przyrostu masy roślin.

TABELA 11 TABLE.

Zawartość siarki w suchej masie.
Total sulphur in dry matter.

	% S			mg S			mg S		
	35	45	60	35	45	60	0—35	35—45	45—60 dnia (day)
KN	.31	.15	.14 %	3	5	8 mg	3	2	3 mg S
„ +.02 gr P_2O_5	.27	.16	.11	3	8	11	3	5	3
„ .05 „	.34	.20	.11	5	14	14	5	9	0
„ .10 „	.39	.26	.18	10	23	27	10	13	4
„ .20 „	.62	.48	.25	18	42	44	18	24	2

Siarka w roślinach może występować w formie mineralnej i organicznej jako siarka białkowa. Według T. B. Osborne'a dużo siarki zawierają prolaminy owsa. Siarka w białkach występuje jako cystyna, względnie cysteina i jako glutathion.

V. POBIERANIE POTASU.

W roślinach 35-ciodniowych oznaczono zawartość K_2O przy dawce .05 — .10 — .20 gr P_2O_5, ażeby się ogólnie zorjentować co do wpływu fosforu na pobieranie potasu. Jak widać z tabeli 12, przy wyższych dawkach fosforu rośliny pobierały trochę więcej potasu w związku z większym przyrostem masy, ale procentowa zawartość potasu była tem niż-

sza, im wyższa była dawka P_2O_5, co wskazuje, że pobieranie potasu było wolniejsze, niż przyrost masy roślin i że fosfór na pobieranie potasu nie wpływał tak, jak na pobieranie azotu, lub siarki. Być może, że we wcześniejszych okresach wegetacji było inaczej (?).

TABELA 12 TABLE.

Zawartość K_2O w suchej masie owsa po 35 dniach wegetacji.
K_2O in dry matter after 35 days of vegetation.

	% K_2O	mg K_2O	Plony Yields
KN + .05 gr P_2O_5	3,45%	55 mg	1,6 gr
„ .10 „	3,01	78	2,6
„ .20 „	2,86	83	2,9

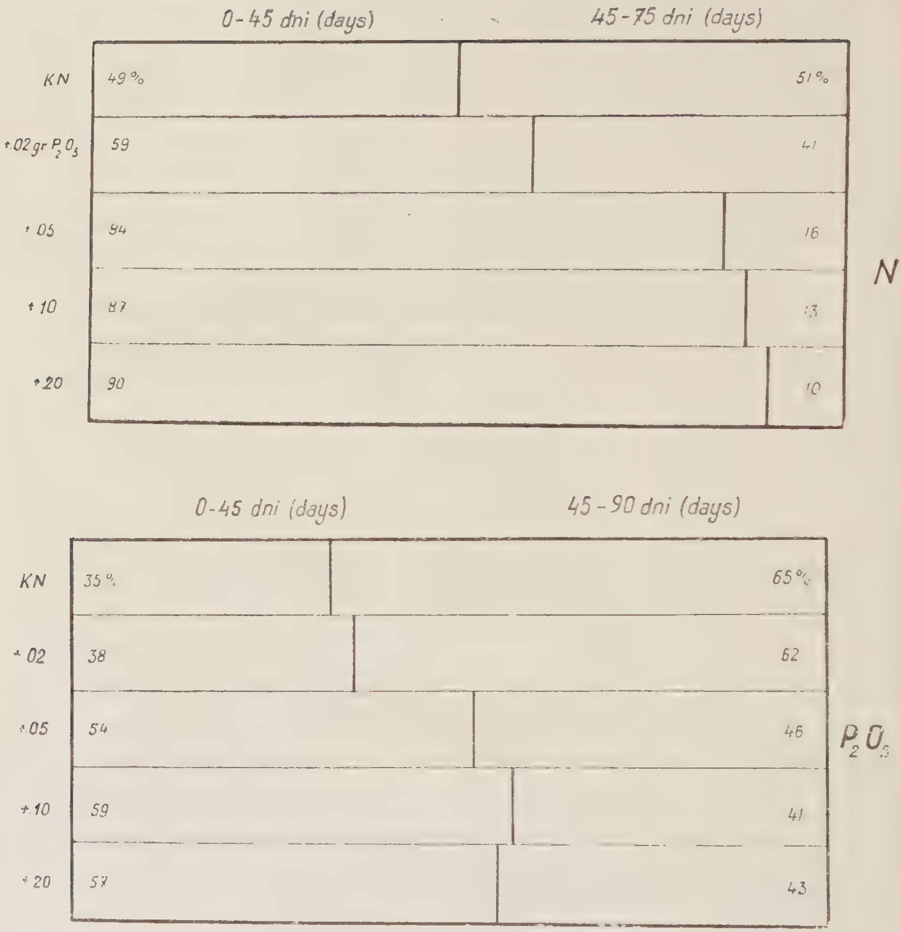
VI. ZESTAWIENIE WYNIKÓW.

Jak wykazują plony i analizy chemiczne owsa w różnych okresach wegetacji i przy różnych dawkach P_2O_5, fosfór w naszem doświadczeniu oddziaływał na rośliny owsa głównie w pierwszej połowie wegetacji (0—45 dni). Do 35—45 dnia wegetacji fosfór zwiększał masę roślin, oraz procentową zawartość P_2O_5, N i S w roślinach, a przez to dawał możność szybszego rozwoju i bardzo wcześnie jakgdyby decydował o wielkości przyszłych plonów.

Im wyższa była dawka P_2O_5, dopóki fosfór był w minimum, tem większy był plon owsa i tem wcześniej rośliny pobrały potrzebny im fosfór, azot i siarkę, a potem w drugiej połowie wegetacji (45 — 90 dzień) rośliny poniekąd korzystały z nagromadzonych ilości tych składników, bo im wyższa była dawka P_2O_5, tem stosunkowo mniej pobierały azotu, siarki, a nawet samego fosforu.

Wpływ różnych dawek P_2O_5 na wcześniejsze pobranie przez owies fosforu i azotu przedstawia tabela 13 (ryc. 60).

Im wyższa była dawka P_2O_5, tem więcej rośliny pobrały fosforu i azotu w pierwszej połowie wegetacji, a mniej w drugiej. Pozatem trzeba zauważyć, że azot naogół był wcześniej pobrany, niż fosfór: do 45-go dnia wegetacji rośliny pobrały



Ryc. 60. (tab. 13).
Pobieranie N i P_2O_5. (Intake of N and P_2O_5).

35 — 60% potrzebnego im fosforu, a 50 — 90% azotu. Jest to zgodne z wynikami wielu innych doświadczeń, różnice zaś w szybkości i terminach pobierania azotu zależały od ilości przyswajalnego fosforu w glebie na początku wegetacji (tabela 9).

Do 35-go dnia wegetacji rośliny pobierały azot proporcjonalnie do przyrostu suchej masy — około 40 mg na 1 gr przyrostu, a nawet pobieranie azotu było trochę większe przy wyższych dawkach P_2O_5, ale to już był prawdopodobnie taki moment wegetacji, kiedy różnice w szybkości pobierania azo-

TABELA 13 TABLE.

Pobieranie fosforu i azotu.
Intake of phosphorus and nitrogen.

	P_2O_5						N					
	mg			%			mg			%		
	0—45 d.	45—90 d.	Razem Total	0—45 d.	45—90 d.	Razem Total	0—45 d.	45—75 d.	Razem Total	0—45 d.	45—75 d.	Razem Total
KN	9	17	26	35	65	100	98	102	200	49	51	100
„ +.02 gr P_2O_5	15	25	40	38	62	100	133	91	224	59	41	100
„ .05 „	29	25	54	54	46	100	216	40	256	84	16	100
„ .10 „	41	29	70	59	41	100	222	33	255	87	13	100
„ .20 „	52	39	91	57	43	100	210	24	234	90	10	100

tu wyrównywały się; we wcześniejszych okresach różnice zapewne były większe. Dokładniejsze poznanie pobierania azotu wymagałoby analiz we wcześniejszych terminach, niż 35-ty dzień wegetacji. W każdym razie do 35-go dnia pobieranie azotu było ściśle związane z przyrostem masy roślin.

Pobieranie fosforu i siarki w tym okresie przy wyższych dawkach P_2O_5 było nawet znacznie szybsze, niż przyrost masy roślin (tab. 5 i 11).

Prawdopodobnie do 35-go dnia wegetacji pobieranie fosforu, azotu i siarki było związane z powstawaniem białek wegetatywnych (plasma, jądro). Przy wyższych dawkach P_2O_5 rośliny były bogatsze w białka wegetatywne. Potwierdzają to analizy na azot białkowy, a dosyć duże odchylenie przy najwyższej dawce (.20 gr) P_2O_5 można przypisywać wcześniejszemu ustaniu pobierania azotu, podczas gdy przyrost masy roślin odbywał się dalej i % białka przez to zmniejszył się (tab. 10). A więc do 35-go dnia wegetacji pobieranie fosforu, azotu i siarki zdaje się było związane z szybkością podziału komórek organów wegetatywnych, a szybkość podziału zależała od ilości przyswajalnego fosforu w glebie. Pobieranie fosforu i siarki nawet do 45-go dnia podlegało tej samej prawidłowości i zależało od dawki P_2O_5.

Natomiast pobieranie azotu od 35-go dnia, a pobieranie fosforu i siarki od 45-go dnia już nie zależało od przyrostu

masy roślin i od nawożenia fosforowego. Widocznie w tym okresie ustawał rozwój wegetatywny roślin, a rozpoczęło się tworzenie organów reproduktywnych (kłosa) i gromadzenie związków zapasowych. W tym też okresie u roślin cierpiących na brak fosforu wystąpiły pewne zaburzenia fizjologiczne, polegające na przewlekłem pobieraniu azotu, które trwało tem dłużej, im mniej było fosforu. Przy braku fosforu azot był pobierany nadmiernie

Wszystko to wskazuje na skomplikowany wpływ, jaki wywiera fosfór w życiu roślin, przy tem jeszcze raz trzeba zaznaczyć, że fizjologiczna rola fosforu była największa na początku wegetacji. W okresie kłoszenia i kwitnienia, który w naszem doświadczeniu wypadł między 60-ym a 75-ym dniem pobieranie fosforu było związane z powstawaniem w roślinach związków zapasowych, natomiast bezpośredni ilościowy wpływ fosforu na tworzenie się wegetatywnych związków białkowych zaznacza się przedewszystkiem do 35-go — 45-go dnia wegetacji. W tym okresie fosfór zwiększał masę roślin, podwyższał procentową zawartość fosforu, azotu i siarki i przed 45-ym dniem wegetacji decydował o wysokości przyszłych plonów.

W związku z powyższem nasuwa się przypuszczenie, że dobre działanie superfosfatu w doświadczeniach L. Zaleskiego*), oraz M. Ostrowskiej i J. Mencińskiego**) polegało właśnie na tem, że fosfór w formie łatworozpuszczalnej dany tuż pod korzenie mógł być wcześniej pobrany, właśnie wówczas, gdy wpływ jego na rozwój owsa był największy.

Na zakończenie podkreślić jeszcze należy, że nawożenie fosforowe wpływało silnie na pobieranie siarki, przytem stosunek S/P_2O_5 obliczony na podstawie procentowej zawartości tych składników w owsie był przy różnych dawkach fosforu bezmała stały, co wskazuje na równoległe pobieranie fosforu i siarki (tab. 14).

*) L. Zaleski — Superfosfat jako bodziec wzrostu — Pam. P. I. N. G. W. w Puławach VII A. 218, 1926.

**) M. Ostrowska i J. Menciński — Wpływ małego dodatku superfosfatu na rozwój roślin wobec mączki fosforytowej jako nawozu podstawowego — Rocz. Nauk Roln. i Leśn. 26, 297, 1931.

TABELA 14 TABLE.

Stosunek S/P_2O_5 w owsie.
S/P_2O_5 relation in oats.

	35.	45.	60. dnia (day)
KN	111/100	54/100	56/100
„ + .02 gr P_2O_5	64	52	37
„ .05 „	63	50	35
„ .10 „	56	55	53
„ .20 „	66	80	56

Za wyjątkiem jednego wypadku (KN — 35-go dnia), kiedy stosunek S/P_2O_5 wynosił 111/100, zwykle zawartość siarki stanowiła od $1/3$ do $2/3$ zawartości P_2O_5, a przeciętnie $1/2$. Lecz jeżeli obliczymy stosunek S do P a nie P_2O_5, albo stosunek S/P w miligramatomach, to pobieranie siarki okaże się równe, albo nawet większe, niż pobieranie fosforu, tak że w przybliżeniu można powiedzieć, że w naszem doświadczeniu młode rośliny owsa pobierały z gleby do 60 dnia wegetacji tyle siarki, co i fosforu, a w każdym razie istniała wyraźna zależność między pobieraniem fosforu i siarki, co mogło mieć duże znaczenie w oddziaływaniu fosforu na wzrost roślin.

Panu Prof. Dr. K. Bassalikowi bardzo dziękuję za cenne uwagi.

Summary.

Pot experiments with oats were made in 1932. Phosphorus was given in different amounts from very small to superfluous: .02 — .05 — .10 — .20 gr of P_2O_5 per pot. The plants were harvested and analysed in various periods: after 35, 45, 60, 75 and 90 days of vegetation. The yields and results of analysis are presented in 14 tables and 7 figures.

I Yields.

The table No 1 and fig. No 54 shows that. 10 gr of P_2O_5 per pot was sufficient to obtain the maximal yield, .20 gr of P_2O_5 was superfluous. The weights of plants per pot in the various series differed from each other on the 45-th day already in the same degree as on the 90-th. Therefore the height of yields seemed to be decided already on the 45-th day (Table 2).

II Intake of P_2O_5.

The percent of P_2O_5 in oats in the KN series was the lowest and constant; the higher the amount of P_2O_5 in the sand the higher the percent of P_2O_5 in the plants. During the vegetation the differences decreased and at harvest time the percentage of P_2O_5 was in all series nearly the same (table 3, fig. 55).

In the first part of vegetation period (0 — 45 days) the intake of P_2O_5 was greater at higher amounts of P_2O_5 in the sand. Beginning from the 45-th day the intake of P_2O_5 was independent of the amount of available P_2O_5 in the sand. At higher amounts of P_2O_5 the intake of P_2O_5 per 1 gr of increase of dry matter was even smaller (table 4 and 5 fig. 56). In the first part of the vegetation period (0 — 45 days) the phosphorus in oats was generally in mineral and insoluble (protein + lecithin) forms (table 6).

III Intake of nitrogen.

The intake of N was correlated with the intake of P_2O_5 and therefore with the amount of P_2O_5 in the sand (table 7 and 8 fig. 57). The greater the amount of P_2O_5 the earlier the nitrogen was taken and the deficiency of phosphorus induced a protracted intake of nitrogen (table 9, fig. 58 and 59). The formation of protein compounds of nitrogen was greater with greater intake of N (table 10).

It seems that dependently on the amount of P_2O_5 the plants reached at various times a certain physiological maturity at which they ceased to take N from the soil. The higher the amount of P_2O_5 the earlier was this stage reached

and we may say that the phosphorus was saving the nitrogen. The deficiency of P_2O_5 induced the protracted and needless intake of N.

IV Intake of sulphur.

The intake of sulphur was up to the 45-th day correlated with the intake of P_2O_5. In the second part of the vegetation period the intake of S was independent of P_2O_5 (table 11).

V Intake of potash.

Up to the 35-th day plants took more mg of K_2O at higher amounts of P_2O_5 because of their greater mass, but the percent of K_2O was lower than in the series with less P_2O_5 (table 12).

VI Conclusions.

The phosphorus was active generally in the first part of the vegetation period (0 — 35 — 45 days). The higher the amount of P_2O_5 in the soil the greater was the mass of plants and the earlier the phosphorus, nitrogen and sulphur were taken; the vegetative protein were formed (plasma and kernel).

In the second part of the vegetation period the intake of N and even of P_2O_5 per 1 gr of increase of dry matter was smaller at higher concentration of available P_2O_5 in the soil.

The nitrogen was taken earlier than the phosphorus (table 13 fig. 60). The intake of S up to the 45-th day was correlated with the intake of P_2O_5 and the ratio S: P_2O_5 was nearly constant ($^1/_3$ — $^2/_3$) (table 14). If we take the ratio of S to P (not to P_2O_5), it is evident that the intake of S was as great as the intake of P or even greater. The correlation between the intake of sulphur and phosphorus may be important to the growth of plants.

TADEUSZ DOMINIK

z Zakładu Botaniki Ogólnej
Uniwersytetu Poznańskiego.

(wpłynęło 16.III. 1934).

NOWE GATUNKI GRZYBKÓW MIKROSKOPOWYCH ZACHODNIEJ POLSKI.

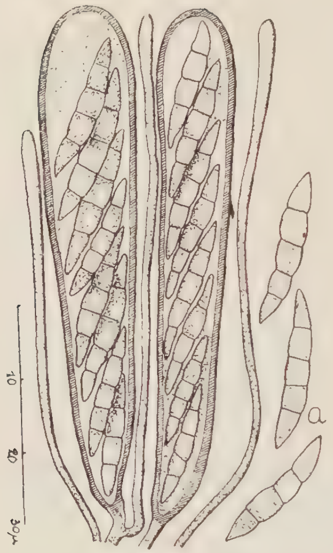
Micromycetum species novae in Polonia occidentali lectae.

1) *Leptosphaeria trifolii alpestris* Dominik, spec. nova, na liściach *Trifolium alpestre* L. w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu, zebrał Dr. Feliks Krawiec, 30.VII.1930.

Opis: *Otocznie* czarno-bronzowe, kuliste, z wyraźnym otworem szczytowym (porus), ściany o budowie pseudoparenchymatycznej, grubej; średnica otoczni ca 200 μ. *Worki* maczugowate, 8-zarodnikowe, bezbarwne, 45—66 μ długości, 10—12 μ szerokości, o krótkim trzoneczku (rys. 61). Parafizy nitkowate. *Zarodniki* wrzecionowate, ułożone w jednym rzędzie, słabo skręcone, bezbarwne lub lekko oliwkowe, na końcach zaostrzone, z 3—4 przegrodami poprzecznemi, 18—21 μ dług., 4—5 μ szer.

Peritheciis globosis, atro-brunneis, circa 200 μ diam., contextu parenchymatico, poro satis lato et bene distincto pertusis; *ascis* clavatis, apice leviter rotundatis, utrinque attenuatis, breviter stipitatis, 8-sporis, 45—66 μ longis, 10—12 μ latis; *paraphysibus* filiformibus; *sporis* una ordine sitis, leviter curvatis, utrinque attenuatis, hyalinis vel leviter olivaceis, 3—4 septatis, 18—21 μ longis, 4—5 μ latis.

Hab. in foliis vivis *Trifolii alpestris* L. in maculis *Alternariae tenuis* Nees. una cum *Ascochyta trifolii alpestris* Dom. sp. n. Horto Botanico Posnaniensi, Poznań, Polonia, legit Dr. Felix Krawiec, 30.VI.1930.



Rys. 61.
Leptosphaeria trifolii alpestris **Dom. Worki z zarodnikami i parafizy; a — Zarodniki.**

Observatio: *Leptosphaeria dumetorum* Niessl. proxima est, differt tamen sporis tenuioribus, septorum in sporis minore quantitate atque alio hospite.

Leptosphaeria circinans (Fuck.) Sacc. differt totaliter ab specie nostra ascis et sporis maioribus (asci: 112—130μ×20μ; sporae: 26—28 μ × 10—11 μ). *Sphaerulina trifolii* Rostr. differt sporis maioribus (22—33μ× ×15—24 μ) atque septorum minore quantitate.

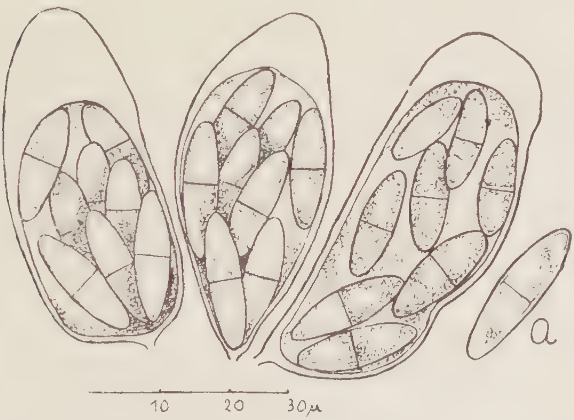
2) *Mycosphaerella Honckenyae* Dominik, spec. nova, na liściach *Honckenya peploides* Ehrh., na piaszczystem wybrzeżu pod Orłowem koło Gdyni, zebrał Dr. Feliks Krawiec, 3.VIII.1930.

Opis: *Otocznie* czarno-bronzowe, kuliste lub nieco wyciągnięte w grubą szyjkę (rys. 62) z wyraźnym otworem szczytowym, siedzą prawie na powierzchni liści po obu stronach, niektóre jednak są wgłębione do trzech czwartych wysokości. Średnica otoczni waha się między 75—120 μ (wyjątkowo 180 μ). *Worki* (rys. 63) eliptyczno-wydłużone lub jajowate, o błonie na szczycie mocno zgrubiałej; wymiary worków 51—78 μ długości, 18—21 μ szerokości; *parafiz* brak. *Zarodniki* długo-eliptyczne, o końcach łagodnie zwężonych, zaokrąglonych, na dwie komórki równo podzielone, bezbarwne, gładkie, 18—25 μ długie, 6—7,5 μ szerokie.

Peritheciis gregariis, globosis vel late elipsoideis, epiderme non tectis 75 — 120 μ (excepte 180 μ) diam., poro bene distincto pertusis, brunneis, contextu parenchymatico; *ascis* elipsoideis vel ovato-elipsoideis, hyalinis, membrana apice crassiore, 51—78 μ longis, 18—25 μ latis; *paraphysibus* nullis;



Rys. 62.
Mycosphaerella Honckenyae Dom. Otocznie z workami w tkance liścia (b): a — konidjum *Macrosporium* spec.



Rys. 63.
Mycosphaerella Honckenyae Dom. Worki z zarodnikami; a — zarodnik.

sporis longe elipsoideis, utrinque attenuatis, leviter rotundatis, 1—medioseptatis, 18—25 μ longis, 6—7,5 μ latis.

Hab. in foliis vivis *Honckenyae peploidis* Ehrh., quae perítheciis atris tote velat una cum *Macrosporium* spec. (fig. 62) (forma conidialis?) in sabulis maritimis prope Orłowo ad Gdynia, Polonia, legit Dr. Felix Krawiec, 3.VIII.1930.

3) *Ascochyta trifolii alpestris* Dominik, spec. nova, na liściach *Trifolium alpestre* L. w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu, zebrał Dr. Feliks Krawiec, 30.VII.1930.

Opis: *Piknidy* na górnej stronie liści na białych lub szaro-żółtawych plamach, w dość znaczne gromadki zebrane, czarno-bronzowe, o średnicy ca 180 μ, wysokości ca 120 μ. Budowa ścian piknid pseudoparenchymatyczna.

Konidja powstają łańcuszkowo, są równo dwukomórkowe, wrzecionowate, o obu końcach zaostrzonych (rys. 64 5), dojrzałe, w miejscu przedziałki lekko przewężone, bezbarwne, proste, 9—15 μ długie, 2—3 μ szerokie.



Rys. 64.
Valutella fusariispora Dom. 1) sporodochium habitus; 2) szczeć (saeta) wyizolowana; 3) trzonek konidjalny; 4) konidja; 5) *Ascochyta trifolii alpestris* Dom. konidja; 6) *Septoria Wodziczkiana* Dom konidja; 7) *Phoma Szczepkowskii* Dom. konidja; 8) *Phoma bacillospora* Dom. konidja.

Maculis rotundatis vel irregularibus, flavo-albis, non limitatis, tenuiter brunneo marginatis, ca 0,5—1 mm diam., *pycnidiis* globosis vel leviter globoso-depressis, epiphyllis, ca 180 μ diam. latis, ca 120 μ altis, contextu brunneo parenchymatico- *Sporulis* fusiformibus, apicibus, acutis (fig. 64 (5)), hyalinis, 1—medioseptatis, rectis, 9—15 μ longis, 2—3 μ latis.

Hab. in foliis vivis *Trifolii alpestris* L. in maculis *Alternariae tenuis* Nees. una cum *Leptosphaeria trifolii alpestris* Dom. spec. nova.

Observatio: *Ascochyta trifolii* Siem. proxima est, differt tamen sporulis maioribus (15—24 μ × 5 μ) atque apicibus sporularum rotundatis.

Ascochyta medicaginis Bresad. differt sporulis maioribus (16—26 μ × 3,5—5 μ), leviter curvatis, atque hospite.

4) *Septoria Wodziczkiana* Dominik, spec. nova, na liściach *Anemone nemorosa* L. w lesie mieszanym koło Kartuz, zebrał Tadeusz Dominik, 29.VI.1933.

Opis: Liście miejscami zżółkłe, często prawie całe pokryte bronzowemi *plamami*, wśród których na dolnej stronie występują całe masy kulistych *piknid* z wyraźnym otworem szczytowym. Średnica piknid wynosi 65 — 120 μ. *Konidja* bardzo długie, nitkowate, wężowato skręcone (rys. 64 (6)), na końcach zaostrzone, z 1 — 6 przegrodami poprzecznemi, trudno dostrzegalnemi, bezbarwe, z licznemi kropelkami tłuszczu. Długość konidjów 27 — 56 μ, szerokość 1,5 — 2 μ.

Maculis in foliis flavo-brunneis, amphigenis, irregularibus vel rotundatis, saepe confluentibus et magnam partem laminae folii occupantibus; *pycnidiis* hypophyllis, globosis, atro-brunneis, contextu parenchymatico, 65 — 120 μ diam., *sporulis* filiformibus, utrinque acutis, serpentiforme curvatis, 1 — 6 septatis, hyalinis, guttulatis, 27 — 56 μ longis, 1,5 — 2 μ latis, septis sporularum male distinctis.

Hab. in foliis vivis *Anemones nemorosae* L. prope Kartuzy, Polonia, legit Tadeusz Dominik, 29.VI.1930.

Gatunkowi temu nadałem nazwisko Prof. Dr. Adama Wodziczki z wdzięczności za opiekę nademną podczas studjów, umożliwienie mi pracy naukowej przez przyjęcie mnie na stanowisko asystenta i dotychczasowe światłe kierownictwo w pracy naukowej.

Observatio: *Septoria silvicola* Desm. proxima est, differt tamen septis nullis atque guttarum minore quantitate (8—10). N. Woronichin legit speciem identicam in foliis *Anemones narcissiflorae* L. (Materjały k flore gribow Kawkaza. Trud. Botan. Muzeja, XXI. Leningrad 1927), tamen *Septoria Silvicola* Desm? eam nominavit, quamquam putavit novam speciem esse.

5) *Phoma bacillospora* Dominik, spec. nova, na młodych gałązkach *Symphoricarpus racemosus* Mchx. w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu, zebrał Tadeusz Dominik, 7.X.1933.

Opis: Dopiero pod lupą binokularną widzi się drobniutkie, czarno-bronzowe *piknidy*, ukryte pod skórką żywiciela, przypłaszczone, o słabo wyróżnialnym otworze szczytowym. Budowa ścian piknid pseudoparenchymatyczna. *Konidja* kształtu laseczek, bezbarwne, jednokomórkowe, na końcach lekko rozszerzone, 3 — 4 μ długie, ca 0,75 μ szerokie.

Maculis nullis *Pycnidiis* sparsis, parvulis, epiderme velatis, dein prominentibus, globoso-depressis, contextu brunneo-parenchymatico, indistincte ostiolatis; *sporulis* oblongatis, medio tenuioribus, bacillaribus, continuis, hyalinis, 3—4 μ longis, ca 0,75 μ latis (fig. 64 (8)).

Hab. in ramis vivis *Symphoricarpi racemosi* Mchx. una cum *Hendersonia Fiedleri* West. var. *symphoricarpi* Cke. Horto Botanico Posnaniensi, Poznań, Polonia, legit Tadeusz Dominik, 7.X.1933.

6) *Phoma Szczepkowskii* Dominik, spec. nova, na łodyżkach i ogonkach liściowych *Nasturtium pyrenaicum* R. Br., na polu z żytem blisko podmokłej łąki koło Kartuz, zebrał Tadeusz Dominik, 27.VI.1933.

Opis: Na łodydze jasne, kremowe plamy, ostro odcinające się od zdrowych tkanek, kształtu owalnego lub mocno wydłużonego. Wśród plam rozrzucone czarno-bronzowe *piknidy*, średnicy 90 — 180 μ, z wyraźnym otworem szczytowym, o budowie ścian pseudoparenchymatycznej. *Konidja* jednokomórkowe, długoeliptyczne lub owalne, bezbarwne, 4 — 9 μ długie, 1,5 — 3 μ szerokie.

Maculis flavo-albis, bene distinctis, rotundatis, saepe confluentibus et magnam partem ramorum occupantibus; *pycnidiis* globosis vel globoso depressis, 90 — 180 μ diam., contextu brunneo-parenchymatico, distincte ostiolatis; *sporulis* oblongo-elipsoideis vel ovatis, hyalinis, continuis, 4—9 μ longis, 1,5—3 μ latis, apicibus leviter rotundatis (fig. 64 (7)).

Hab. in ramis vivis *Nasturtii pyrenaici* R. Br., Kartuzy, Polonia, legit Tadeusz Dominik, 27.VI.1933.

Gatunkowi temu nadałem nazwisko p. Mateusza Szczepkowskiego z wdzięczności za umożliwienie studjów przez zaofiarowanie mi pomocy finansowej, kiedy zdawało się, że jej znikąd nie uzyskam.

7) *Volutella fusariispora* Dominik, spec. nova, na liściach *Convallaria majalis* L. na aecidjach lub między niemi, lecz zawsze na tkance przerośniętej nitkami rdzy (*Puccinia smilacearum-digraphidis* Klebahn I) w Kiszewie nad Wartą, zebrał Dr. Feliks Krawiec, 16.VI.1929. (Prawdopodobnie pasorzyt rdzy).

Opis: *Sporodochia* (rys. 64(1)) na peridium rdzy (*Puccinia smilacearum-digraphidis* Klebahn I), lub w najbliższem ich otoczeniu. Tkanka żywiciela wokół miejsc występowania grzybka zbronzowaciała; *plamy* odcinają się dość ostro od innych miejsc, na których występują same aecidja rdzy. *Sporodochia* ciemne fioletowe, opatrzone kilkoma grubemi *szczeciami* (Borsten saetae), na szczycie łagodnie zaokrąglonemi, 2 — 4 komórkowemi, 120 — 150 μ długości, w nasadzie 9 μ, na szczycie 3 μ szerokości, o grubej fioletowej błonie (rys. 64(2)). Średnica sporodochjów 90 — 150 μ, wysokość 90 — 120 μ. *Konidjofory* rozgałęzione, gałązki równolegle do góry wzniesione, ciasno zwarte (rys. 64(3)), bezbarwne; *konidja* lekko sierpowate zgięte (rys. 64(4)) lub wrzecionowate, na końcach zaostrzone, bezbarwne, 19 — 29 μ długie, 2 — 3 μ szerokie.

Sporodochiis saetosis in peridiis *Pucciniae smilacearum-digraphidis* Klebahn I, aut in propinquo; maculis rotundatis, confluentibus, brunneis, bene distinctis; *sporodochiis* globosis, saetosis, violaceïs, 90 — 150 μ diam., 90 — 120 μ altis, *saetis* rectis, rigosis, crassis, 1 — 3 septatis, apicibus rotundatis, 120 — 150 μ longis, 9 μ infima, 3 μ summa parte latis, memgrana crassa, violacea; *conidiophoris* ramosis in altum directis, densissimis, hyalinis; *sporulis* leviter falciformibus (fusariiformibus) vel fusiformibus, apicibus acutis, hyalinis, continuis, 19—29 μ longis, 2—3 μ latis (rys. 64(4)).

Hab: in foliis vivis *Convallariae majalis* L. in maculis *Pucciniae smilacearum-digraphidis* Klebahn I, Kiszewo nad Wartą, Polonia, legit Dr. Feliks Krawiec, 16.VI.1929.

Observatio: *Volutella fusarioides* Penz. proxima est, differt tamen et saetis continuis, et conidiis parvioribus (18—21 μ × 2 — 3,5 μ,) et hospite (Citrus).

8) *Volutella scopula* Boulang. var. *glabra* Dominik, varietas nova, na gnijących liściach *Hyacinthus orientalis*, wyrosła w laboratorjum Zakładu Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań, zebrał Tadeusz Dominik, 20.II.1934.

O p i s: Na gnijących liściach hiacyntu w szalce Petri'ego kuliste lub lekko przypłaszczone *sporodochia* białe, bez nóżki, 0,3 — 0,5 mm średnicy, ca 0,3 mm wysokości, opatrzone wieloma *szczeciami*, pojedyńczo stojącemi, wielokomórkowemi, niezbyt sztywnemi, bezbarwnemi, gładkiemi, ostro zakończonemi, ca 500 μ długości 6 — 8 μ szerokości. Szczecie występują tak na obwodzie, jak i w środku sporodochiów. *Trzonki konidjalne* cieniutkie, delikatne, bardzo długie, bądź rozgałęzione, bądź nie rozgałęzione. *Konidja* eliptyczne, bezbarwne, z dwoma kropelkami tłuszczu, 4 — 6 μ długie, 2 — 2,5 μ szerokie.

Sporodochiis globosis vel globoso-depressis, saetosis, albis, non stipitatis, 0,3—0,5 mm diam. ca 0,3 mm altis; *saetis* longis, glabris, aliquantulum rigosis, multo septatis, hyalinis, apicibus acutis, ca 500 μ longis, 6 — 8 μ latis; *conidiophoris* tenuissimis, ramosis vel non ramosis, densissimis, hyalinis; *sporulis* elipsoideis, hyalinis, 2 — guttulatis, 4 — 6 μ longis, 2 — 2,5 μ latis.

H a b. in foliis putrescentibus *Hyacinthi orientalis* una cum *Alternaria tenuis* Ness., *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. var *minus*, *Pseudomonas hyacinthi* (Wak. Erw. Sm., Laboratorio Botanicae Generalis Universitatis Posnaniensis, Poznań, Polonia, legit Tadeusz Dominik, 20.II.1934.

O b s e r v a t i o: Varietas nostra differt a *Volutella scopula* Boulang. *typica* sporodochiis semper albis, conidiophoris non ramosis, tenuissimis, sporulis latioribus atque saetis hyalinis et glabris.

KOMUNIKAT.

IV Zjazd Botaników Słowiańskich w Jugosławji.

Wedle uchwały III Zjazdu Bot. Słow. w Warszawie (por. Sprawozdanie z III Zjazdu Bot. Słow., str. 6) IV Zjazd miał się odbyć w bieżącym roku w Jugosławji. Jak wynika z poniżej zamieszczonego pisma p. prof. V. Vouka, Zjazd ten w bieżącym roku nie będzie się mógł odbyć, a może dopiero w roku 1936. Pismo to brzmi:

INSTITUT BOTANIQUE
DE L'UNIVERSITÉ ZAGREB
JUGOSLAVIA.

Zagreb, 23.IV. 1934.
Mažuranićev trg 20.—Tel. br. 33-55.

Société Botanique de Pologne,
Monsieur le Président,

Au III-me Congrès des botanistes slaves qui a eu lieu à Varsovie on a decidé que le IV-me Congrès aurait lieu en Yougoslavie. Je regrette beaucoup d'être forcé de vous annoncer qu'à cause des circonstances suivantes il a été impossible d'organiser le Congrès.

Vous savez bien que pendant les trois années dernières une crise matérielle et financière a éclaté dans tous les pays. Naturellement la crise mondiale sévit aussi chez nous et par conséquant le temps actuel n'est pas favorable pour arranger un Congrès ni au point de vue de l'état ni au point de vue des particuliers.

Mon collègue distingué le professeur D-r N. Kosanin, qui avec moi avait été chargé d'organiser le Congrès, a été gravement malade pendant les deux dernières années, il n'y a pas longtemps nous avons perdu l'espoir de sons retablissement et le mois passé il est mort.

Je vous prie donc, en égard de tout cela de bien vouloir m'excuser si le Congrès, contrairement à nos désirs, ne peut pas avoir lieu. D'autre part je vous annonce que je veux m'efforcer avec le successeur de M. le Prof. Kosanin à Belgrade d'organiser le Congrès en 1936, puisqu'en 1935 le Congrès internationale des botanistes en Hollande a déjà été décidé. J'éspere bien que dans ce délai les circonstances économiques et financières vont s'améliorer et qu'il nous sera possible d'organiser le Congrès des botanistes slaves en Yougoslavie.

Veuillez, Monsieur le Président, agréez l'expression de mes sentiments très distingués.

Prof. D-r V. Vouk.

Sprawy osobowe.

Dnia 22. III. 1934 r. zmarł członek korespondent zagraniczny P. T. B., prof. D-r Nedeljko Kosanin w Białogrodzie.



W. A. Becker.

Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. XI. №. 3. 1934.

DEZYDERY SZYMKIEWICZ.

Laboratoire de Botanique de la Faculté Agricole et Forestière de l'Ecole Polytechnique de Lwów.

(Entré le 28. V. 1934).

UNE CONTRIBUTION STATISTIQUE À LA GÉOGRAPHIE FLORISTIQUE.

Pour caractériser une flore, il faut tenir compte de tous ses éléments. On ne peut pas se borner aux exemples, même les plus saillants. Le problème devient ainsi très difficile, à cause du nombre généralement très considérable des formes végétales qui constituent une flore. L'emploi des méthodes statistiques devient, par suite, nécessaire. A ce point de vue, les travaux de Willis ont une grande importance. Malheureusement, ses idées n'ont pas été jusqu'ici développées plus amplement. Je vais essayer, dans cette communication, de les utiliser pour rechercher une méthode permettant de caractériser les flores d'une façon quantitative.

Je ferai avant tout l'usage de cette observation de Willis, faite par lui avec le concours de Yule, que le nombre de genres contenant un nombre donné d'espèces est déterminé par ce dernier nombre. Pour les genres contenant peu d'espèces on a la relation très simple

$$y = \frac{A}{x^{a}}$$

où y est le nombre de genres contenant x espèces, A est le nombre de genres à une espèce et α est un coefficient caractéristique pour la flore donnée. Etant donné que le nombre de genres à une espèce est aussi une caractéristique de la flore, on obtient deux quantités propres à définir la flore, car les genres ayant peu d'espèces constituent la majeure partie de la population végétale de tous les pays. Naturellement, en décrivant une flore, on ne peut pas omettre les gros genres. Leur nombre dépend également du nombre d'espèces qu'ils contiennent, mais l'équation devient ici très compliquée et il est plus simple de les énumérer, ce qui est facile, car leur nombre est restreint.

Je prendrai encore deux fonctions pour caractériser les flores. Ce sera le pourcentage des genres à une espèce et le nombre moyen d'espèces pour un genre. Cette dernière fonction constitue le réciproque du coefficient générique de Jaccard, je l'appellerai le coefficient spécifique.

J'ai pris pour la présente étude vingt flores les plus variées. J'ai choisi de préférence les flores insulaires, pour avoir les régions florales définies. C'étaient pour les flores continentales: Afrique du Sud, Pologne, Californie et Angleterre et Irlande. Je considère les iles Britanniques comme une partie du continent européen. J'ai pris toutes les flores insulaires qui étaient à ma disposition: Bornéo, Nouvelle Zélande, Java, Japon, Kamtchatka, Ceylon, Canaries, Hawaii, Galapagos, Islande, Juan Fernandez, Féroé, Kuriles, Falkland, Curaçao avec Aruba et Bonaire et Saba dans les Antilles néerlandaises. J'ai choisi à dessein les régions de très différente superficie depuis l'énorme terrain de l'Afrique du Sud jusqu'à la tout petite île de Saba.

Les sources où j'ai puisé les informations sont citées à la fin de cette communication. Je me suis borné aux Angiospermes, car les Gymnospermes ont traversé une histoire géologique fort différente. D'ailleurs à cause de leur petit nombre, elles n'auraient pas changé sensiblement les nombres dont il s'agit ici.

Les données sont réunies dans les tables I—VI. La dernière résume les résultats obtenus.

Le coefficient α a été déterminé par interpolation graphique (voyez les figures 65 — 67 où les abscisses sont les

TABLE I

Afrique du Sud

Nombres de genres ayant un nombre donné d'espèces

Espèces	Genres	Espèces	Genres
1	524	50	5
2	214	51	2
3	121	52	3
4	83	53	1
5	64	54	2
6	43	55	1
7	39	56	1
8	36	57	1
9	17	58	2
10	35	60	5
11	21	61	1
12	18	64	1
13	13	65	1
14	10	69	2
15	15	70	1
16	6	71	1
17	13	72	1
18	8	73	2
19	6	74	1
20	12	75	1
21	11	80	1
22	1	82	1
23	6	86	1
24	9	87	1
25	9	90	3
26	5	93	2
27	1	96	1
28	3	100	1
29	2	110	1
30	9	111	1
31	7	112	1
32	3	128	1
33	2	130	1
35	3	140	1
36	2	143	1
37	3	153	1
38	5	155	1
39	2	156	1
40	3	179	1
41	5	180	1
42	2	220	1
43	2	226	1
44	1	235	1
45	2	248	1
46	2	500	1
47	2	800	1

TABLE II. Nombres de genres ayant un nombre donné d'espèces.

Espèces	Pologne	Californie	Angleterre et Irlande	Bornéo	Nouvelle Zélande
1	244	385	244	495	155
2	90	103	90	199	54
3	62	54	46	107	29
4	43	52	30	80	17
5	21	30	21	41	12
6	19	28	8	39	11
7	7	23	5	27	11
8	12	14	7	18	5
9	6	9	6	10	5
10	7	13	6	20	4
11	3	11	2	9	
12	3	4	1	12	
13	6	10	2	12	
14	1	3	1	6	
15	3	5	1	8	
16	3	4	1	10	
17	3	3	—	6	
18	1	1	3	1	
19	4	4	1	6	
20	3	8	1	6	
21	—	3	—	4	
22	2	1	1	8	
23	1	1	1	5	
24	2	4	—	3	
25	1	1		2	
26	2	3	—	3	
27	—	1		2	
28	—	1		3	
29	—	4	—	1	
30	—	—		1	
31	—	2		1	
32	—	—		2	
33	1	—	—	2	
34	—	—	—	2	
35	1	—		1	
36	—	1		—	
37	—	1		1	
39	—	1	—	1	
41	—	—	—	1	
42		—	—	2	
43		1		—	
44		—		1	
45	—	—		1	
46	—	—		1	
55		1		—	
65		1	—	—	
66	—	1	—	—	
69	—	—	1	—	
77	—	—		1	
78	—	—		1	
79	—	—		1	
83		—		1	
92	1	—		—	
114		—		1	
126		1			

TABLE III.

Nombres de genres ayant un nombre donné d'èspeces,

Espèces	Java	Japon	Kamtchatka	Ceylon
1	640	454	146	560
2	228	142	44	172
3	103	83	21	82
4	72	42	16	48
5	49	32	8	35
6	25	21	5	21
7	19	19	5	19
8	20	15	4	11
9	12	4	2	10
10	17	10	2	10
11	7	4	3	2
12	7	1	—	5
13	5	6	2	6
14	3	6	1	1
15	4	8	—	—
16	1	3	1	1
17	5	4	—	2
18	3	3	—	1
19	7	3	—	2
20	—	4	—	5
21	2	4	1	3
22	2	—	—	—
23	2	—	—	1
24	—	1	1	—
25	2	1	—	—
26	1	—	—	1
27	—	—	—	1
28	1	1	—	1
29	3	—	—	1
31	1	—	—	—
33	1	1	—	—
37	—	—	—	1
39	1	—	—	1
43	—	1	—	1
46	—	1	—	
48	—	1	—	
50	—	1	—	
56	1	—	—	
60	1	—	—	
63	—	—	1	
66	1	—		
75	1	—		
212		1		

TABLE IV.

Nombres de genres ayant un nombre donné d'espèces.

Espèces	Canaries	Hawaii	Galapagos	Islande	Juan Fernandez
1	243	147	129	90	54
2	69	40	33	21	16
3	35	18	22	12	6
4	21	11	12	9	1
5	15	7	4	6	4
6	12	5	2	2	1
7	5	5	2	3	—
8	6	3	—	2	—
9	2	3	1		—
10	2	1	4	—	—
11	1	2	—	3	1
12	4	2	1	1	
13	3	—	—	—	
14	1	1	1	—	
16	—	3	—		
17	2	2	1		
18	—	—	1	—	
19	2	1		—	
20	—	1			
21	1	—		—	
22	1			—	
23	1	—		—	
24	1	—		—	
28	—	1			
29	—	1		—	
38	—			1	
61	1				

TABLE V.

Nombres de genres ayant un nombre donné d'espèces.

Espèces	Féroé	Kuriles	Curaçao Aruba et Bonaire	Falkland	Saba
1	89	110	179	67	205
2	17	29	32	11	32
3	13	10	16	5	15
4	5	6	8	2	8
5	4	4	3	2	3
6	2	2	2	1	1
7	—	1	1		1
8	1	—	—	—	1
9	—	—	—	—	
10	—	—	1	1	
11	1	—	1		
14	—	1	—		
17	1		1		

TABLE VI.

Pays	Superfice km²	Total de genres	Genres à une espèce	%	α	Espèces	Coefficient spécifique
Afrique du Sud		1464	524	**35,8**	**1,27**	15075	**10,30**
Pologne		552	244	**44,2**	?	2081	**3,77**
Californie		794	385	**48,5**	?	3555	**4,48**
Angleterre et Irlande		479	244	**50,9**	?	1352	**2,82**
Bornéo	755000	1165	495	**42,6**	**1,39**	5596	**4,80**
Nouvelle Zélande	270000	329	155	**44,1**	**1,57**	?	**4,8?**
Java	132000	1247	640	**51,3**	**1,57**	3958	**3,17**
Japon	417000	878	454	**51,7**	**1,69**	3101	**3,53**
Kamtchatka	275000	263	146	**55,5**	?	743	**2,83**
Ceylon	66000	1004	560	**55,8**	**1,74**	2749	**2,74**
Canaries	7200	428	243	**56,7**	**1,81**	1174	**2,74**
Havaii	17300	255	147	**57,9**	**1,90**	721	**2,82**
Islande	105000	150	90	**60,0**	?	366	**2,44**
Galapagos	7400	215	129	**60,0**	?	500	**2,33**
Juan Fernandez	140	83	54	**65,1**	?	145	**1,75**
Féroé	1325	133	89	**66,9**	?	250	**1,88**
Kuriles	15950	163	110	**67,5**	**2,00**	275	**1,69**
Curaçao, Aruba et Bonaire	975	244	179	**73,4**	?	395	**1,62**
Falkland	17000	89	67	**75,3**	**2,49**	138	**1,55**
Saba	20	266	205	**77,1**	**2,53**	382	**1,44**

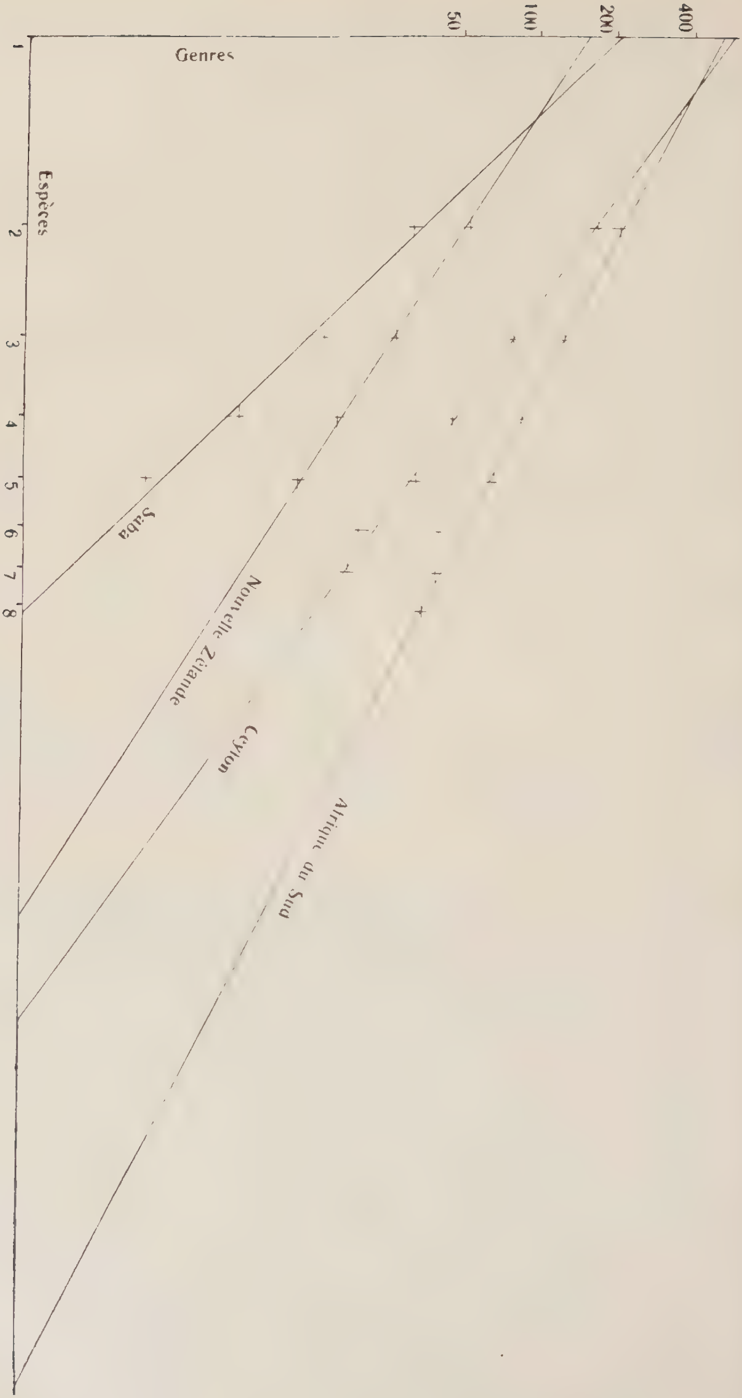

400
200
100
50
Genres
Espèces
1
2
3
4
5
6
7
8
Cuba
Nouvelle Zélande
Ceylon
Afrique du Sud

Fig. 65.

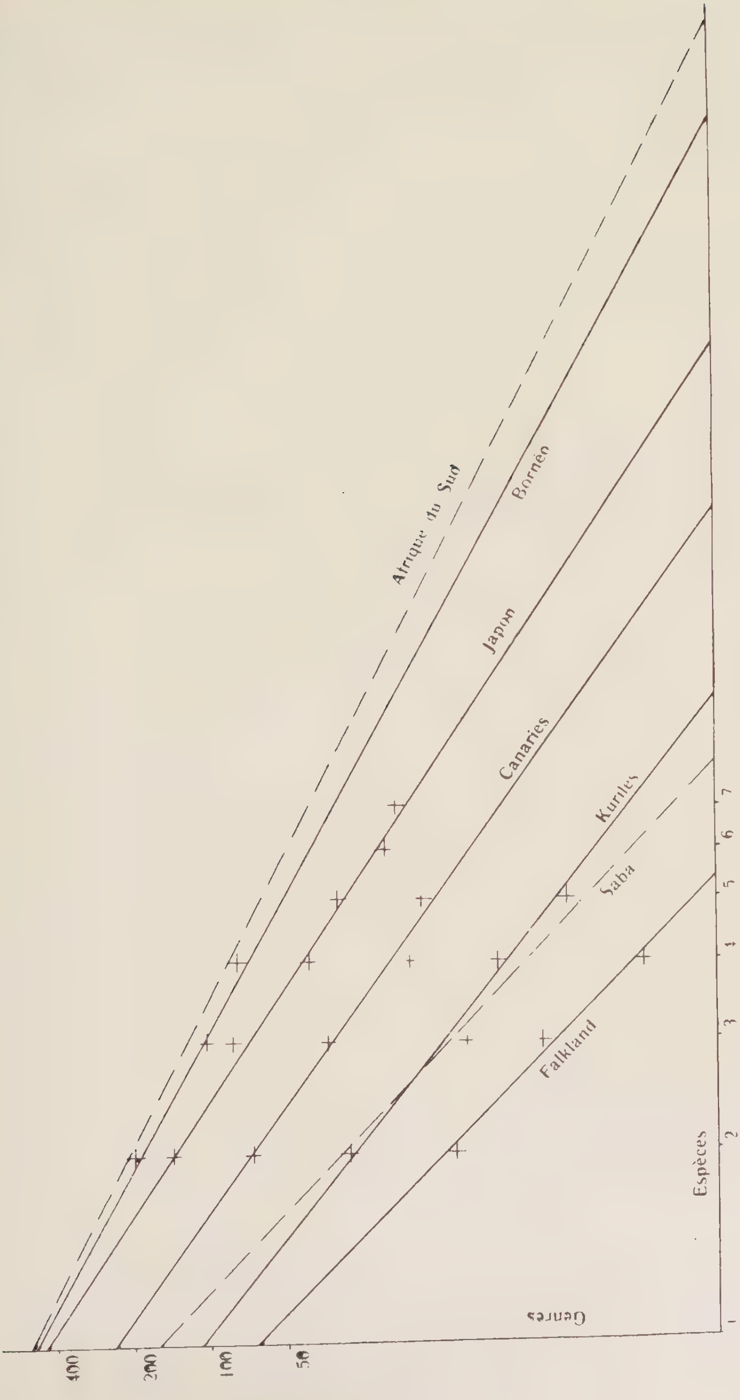

Afrique du Sud
Bornéo
Japon
Canaries
Kuriles
Saba
Falkland
Espèces
Genres
400
200
100
50
1
2
3
4
5
6
7

Fig. 66.

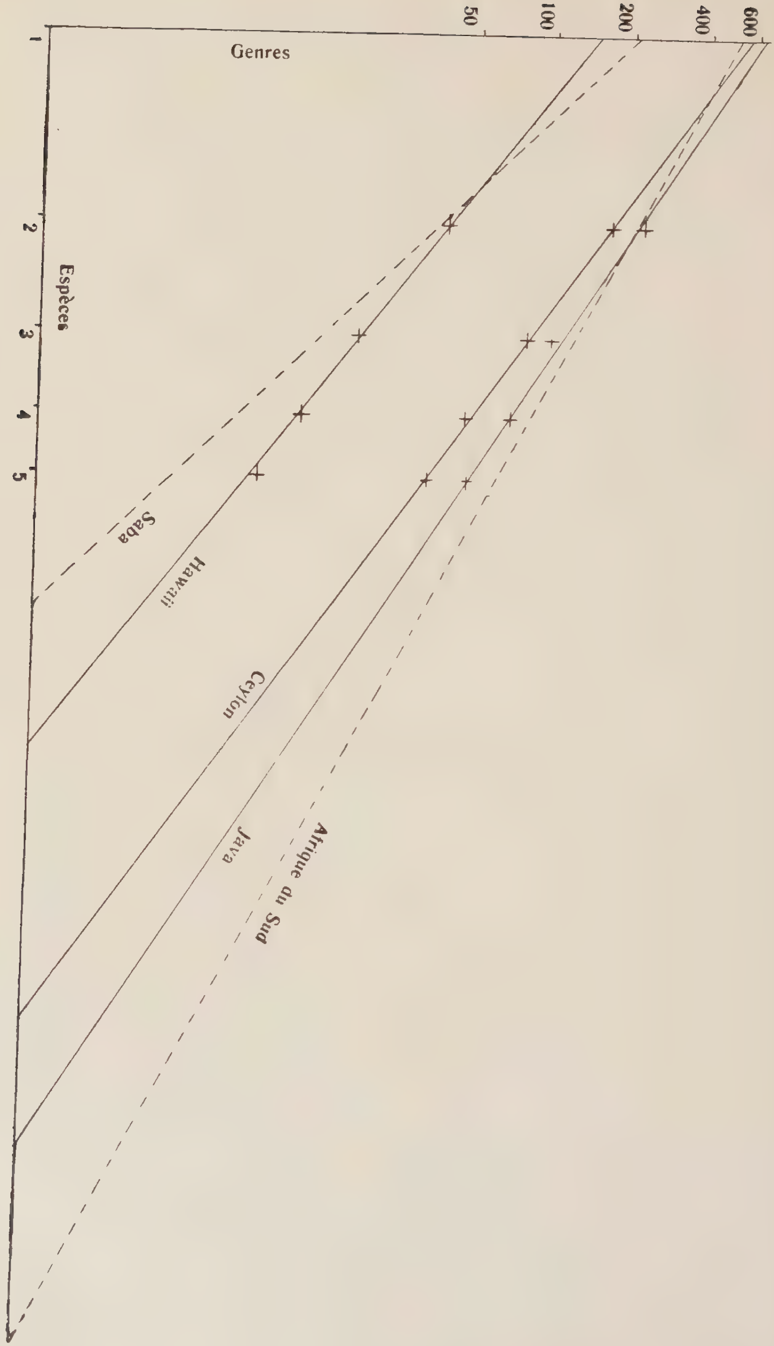

Genres
50
100
200
400
600
Espèces
1
2
3
4
5
Saba
Hawaii
Ceylon
Java
Afrique du Sud

Fig. 67.

logarithmes des nombres d'espèces et les ordinates — ceux des nombres de genres). Pour un bon nombre de flores la relation entre le nombre de genres et celui d'espèces s'est revelée assez irrégulière et le coefficient α n'a pu être déterminé avec une exactitude suffisante. Pour ces cas, je l'ai omis dans la table VI. Les flores sont disposées dans cette table suivant les valeurs croissantes du pourcentage de genres à une espèce.

Encore une remarque concernant les tables en question. Pour la Nouvelle Zélande je n'avais à ma disposition que la flore surannée de Hooker. J'ai emprunté les nombres de genres à Willis. Le nombre d'espèces n'a pu être détermiué d'une manière certaine. Hooker en a cité 916 en 1867. Ce nombre a fortement augmenté depuis, par suite des études suivies, mais non pas tellement par la découverte des espèces nouvelles que plutôt par suite du morcellement trop avancé des espèces déjà connues: ainsi les espèces de *Veronica* ont augmenté de 40 à 108. Le nombre total d'espèces a augmenté à 1771 en 1914 et à 1840 en 1921 (d'après Cockayne). Le coefficient spécifique de 4,8, calculé par cet auteur, est par conséquent trop élevé. Par contre, ce coefficient pour Bornéo que j'ai trouvé semblablement égal à 4,80 est certainement plus grand en réalité, car d'après Merrill la flore de cette île est encore loin d'être suffisamment explorée.

On voit de ce qui précède que le pourcentage de genres à une espèce, le coefficient α et le coefficient spécifique varient d'une manière régulière: le coefficient α augmente avec le pourcentage de genres à une espèce, le coefficient spécifique au contraire diminue. Cette variation se produit indépendamment de la composition des flores.

Ce qui est surtout intéressant, c'est que les variations citées sont déterminées par la superficie du terrain: la diminution de la superficie produit la croissance du pourcentage de genres à une espèce et du coefficient α et la diminution du coefficient spécifique.

Ce point demande d'explications. Il ne s'agit pas ici de la superficie brute, mais de la superficie disponible pour la vie végétale. Le rude climat de Kamtchatka, de l'Islande, des îles Féroé, Kuriles et Falkland réduit fortement cette su-

perficie. Une activité volcanique intense réduit également la superficie active de la vie végétale (Kamtchatka, Hawaii). Au contraire le climat humide tropical de Java augmente la superficie effective de cette île par rapport au Japon, pour lequel le minimum annuel moyen de la température de l'air est au-dessous de zéro (comparez le travail récent de Blank-Weissberg). D'autre part il faut tenir compte de ce que l'état contemporain d'une flore est le résultat de toute son histoire. Par suite, il faut ici prendre en considération non seulement la superficie contemporaine, mais également celle du passé. Ceci peut être appliqué par exemple aux îles Canaries, dans lesquelles un nombre d'espèces, trop élevé pour une flore insulaire, indique clairement qu'elles sont un reste d'une Atlantide. Il en est de même avec la Nouvelle Calédonie, pour laquelle Guillaumin trouve 2500 espèces avec 600 genres, ce qui donne le coefficient spécifique de 4,2. C'est une flore franchement continentale, malgré la superficie modeste de 16700 km carrés.

Pour les régions continentales je ne cite pas la superficie et c'est pour les raisons suivantes. Parmi les quatre régions considérées il n'y a qu'une seule qui englobe un domaine floral entier, c'est l'Afrique du Nord. Les autres (Pologne, Californie, Angleterre) ne représentent que les fragments des domaines floraux respectifs. Par suite, les fonctions de l'Afrique seules sont strictement comparables à celles des îles. Les autres n'ont qu'une importance relative. Pour ce qui est de la Californie, le nombre de genres à une espèce est excessif. Ceci provient sans doute de ce que ce pays est situé aux confins des deux domaines floraux différents: du domaine pacifique nordaméricain et de celui du Mexique néotropical.

On voit, en somme, qu'au point de vue quantitatif il n'y a pas de différence essentielle entre les flores insulaires et continentales: il n'y a que des différences de degré en relation avec la superficie effective pour la vie végétale.

Passons enfin aux gros genres. Ici, contrairement aux fonctions considérées plus haut, se manifeste clairement la composition taxonomique des flores. Je citerai, à titre d'exemples, les données les plus intéressantes.

POLOGNE

Carex	92	espèces
Ranunculus	35	
Veronica	33	
Viola	26	
Salix	26	
Senecio	25	
Euphorbia	24	
Juncus	24	
Potamogeton	23	
Festuca	22	
Gentiana	22	
Galium	20	
Hieracium	20[1]	
Rosa	20	

KAMTCHATKA

Carex	63	espèces
Salix	24	
Poa	21[2]	
Saxifraga	16	
Ranunculus	14	
Potamogeton	13	
Pedicularis	13	
Stellaria	11	
Epilobium	11	
Senecio	11[2]	
Juncus	10	
Viola	10	
Rumex	9	
Artemisia	9	

JAPON

Carex	212
Polygonum	50
Rubus	48
Viola	46
Salix	43
Hypericum	33
Epilobium	33
Acer	28
Cirsium	25
Rhododendron	24
Angelica	21
Potamogeton	21
Cyperus	21
Platanthera	21
Chrysosplenium	20
Sedum	20
Veronica	20
Juncus	20
Potentilla	19
Saussurea	19
Arabis	18
Fimbristylis (Cyper.)	18
Cynanchum (Asclep.)	18

CALIFORNIE

Carex	126
Eriogonum (Polygon.)	66
Lupinus	65
Astragalus	62
Phacelia (Hydrophyll.)	55
Potentilla	43
Mimulus (Scrofular.)	39
Pentstemon (id.)	37
Trifolium	36
Juncus	31
Senecio	31
Atriplex	29
Hosackia (Papilion.)	29
Ceanothus (Rhamn.)	29
Erigeron	29
Chorizanthe (Polygon.)	28
Allium	27
Poa	26
Linanthus (Polemon.)	26
Arctostaphylos	25
Calochortus (Liliac.)	24
Oenothera	24
Orthocarpus (Scrofular.)	24

---

1) Les espèces principales seulement.

2) En partie les petites espèces.

AFRIQUE DU SUD

Mesembrianthemum	800
Erica	500
Crassula	248
Senecio	235
Helichrysum	226
Pelargonium	220
Euphorbia	180
Indigofera (Legumin.)	179
Wahlenbergia (Campanul.)	156
Aspalanthus (end. Legumin.)	155
Hermannia (Stercul.)	153
Agatosma (end. Rutac.)	143
Gladiolus	130
Thesium	128
Selago (Scroful.)	112
Heliophila (end. Crucif.)	111
Sutera (Scrofular.)	110
Lotononis (Legumin.)	100
Othonna (Compos.)	96
Berkheja (id.)	93
Ornithogalum	93
Schizoglossum (Asclepiad.)	90
Anthericum	90
Aloë	90

CANARIES

Sempervivum	61
Euphorbia	24
Satureia	23
Sonchus	22
Senecio	21
Trifolium	19
Echium	19
Silene	17
Sideritis	17
Vicia	14
Lotus	13
Convolvulus	13
Statice	13
Argyranthemum (end. Compos.)	13
Ranunculus	12
Ononis	12
Plantago	12
Medicago	11
Cytisus	10
Petrophyes (end. Crassul.)	10
Fumaria	9
Rumex	9

BORNÉO

Dendrobium (Orchid.)	114
Ficus	83
Eria (Orchid.)	79
Eugenia (Myrt.)	78
Bulbophyllum (Orchid.)	77
Calamus (Palmae)	46
Ardisia (Myrsin.)	45
Loranthus	44
Quercus	42
Cyrtandra (Gesner.)	42
Shorea (Dipterocarp.)	41
Schismatoglottis (Arac.)	39
Aglaia (Meliac.)	37
Diospyros (Eben.)	35
Garcinia (Guttif.)	34
Rhododendron	33
Piper	31
Saurania (Dillen.)	30
Psychotria (Rubiac.)	29

NOUVELLE ZÉLANDE
(d'après Cockaine)

Veronica	108
Carex	55
Celmisia (Compos.)	55
Ranunculus	46
Coprosma (Rubiac.)	43
Olearia (Compos.)	43
Epilobium	40
Senecio	34
Myosotis	31
Poa	30
Dracophyllum (Epacrid.)	27
Aciphylla (Umbell.)	25
Cotula (Compos.)	23
Gentiana	23
Carmichelia (Legumin.)	22
Raoulia (Compos.)	20
Pittosporum	20

GALAPAGOS	
Scalesia (end. Compos.)	18
Euphorbia	18
Cyperus	17
Acalypha (Euphorb.)	17
Alternanthera (Amarant.)	15
Borreria (Rubiac.)	14
Solanum	10
Peperomia	10
Panicum	10
Ipomoea (Convolv.)	9
Amarantus	7
Cordia (Borrag.)	7

JUAN FERNANDEZ	
Dendroseris (end. Compos.)	11
Robinsonia (end. Compos.)	6
Uncinia	5
Juncus	5
Wahlenbergia (Campanul.)	5
Erigeron	5
Peperomia	4
Cardamine	3
Gunnera (Halorag.)	3
Haloragis	3
Eryngium	3
Chenopodium	3
Solanum	3

HAWAII	
Cyrtandra (Gesner.)	29
Cyanea (end. Lobel.)	28
Pelea (Rutac.)	20
Peperomia	19
Schiedea (end. Caryoph.)	17
Stenogyne (end. Labiat.)	17
Kadua (end. Rutac.)	16
Phyllostegia (Labiat.)	16
Cyperus	16
Panicum	14
Campylotheca (end. Compos.)	12
Clermontia (end. Lobel.)	11
Lipochaeta	11
Pittosporum	10
Labordea (end. Logan.)	9
Ipomoea (Convolv.)	9
Coprosma (Rubiac.)	9

FALKLAND	
Carex	10
Festuca	6
Ranunculus	5
Agrostis	5
Azorella (Umbell.)	4
Calceolaria (Scroful.)	4
Acaena (Rosac.)	3
Senecio	3
Gnaphalium	3
Deschampsia	3
Poa	3

Dans les données floristiques citées plus haut, se manifeste, entre autres choses, la position exceptionnelle des îles Hawaii et Juan Fernandez. C'est que les genres endémiques occupent dans ces régions florales parmi les gros genres une place importante, tandis qu'allieurs ils jouent, à ce point de vue, un rôle insignifiant ou nul. Pour les îles Hawaii, Willis a déjà remarqué ce fait.

D'une façon semblable, les grandes familles donnent un précieux moyen pour caractériser les flores. Je cite ci-dessous, comme un exemple, les flores de l'Afrique du Sud et de Bornéo.

AFRIQUE DU SUD			BORNÉO		
Compositae	164	genres	Orchidaceae	86	genres
Gramineae	115		Rubiaceae	69	
Leguminosae	97		Euphorbiaceae	57	
Liliaceae	57		Gramincae	54	
Asclepiadaceae	53		Leguminosae	54	
Scrofulariaceae	51		Anonaceae	35	
Orchidaceae	47		Melastomaceae	30	
Euphorbiaceae	38		Apocynaceae	30	
Rubiaceae	33		Cyperaceae	27	
Iridaceae	32		Araceae	26	
Umbelliferae	24		Compositae	25	
Ericaceae	24		Palmae	24	

Le rôle des Composées est surtout remarquable dans cet exemple. Cette famille est au premier rang en Afrique du Sud, comme dans beaucoup d'autres pays, elle n'occupe que le onzième rang à Bornéo.

LITTÉRATURE.

Bentham G. Handbook of the British flora. — 6 ed. Ashford. 1930.

Blank-Weissberg S. La répartition des moyennes des températures extrêmes absolues annuelles de l'air sur le globe. — Bull. Soc. Géophysique de Varsovie. Fasc. 9 — 10 (1934).

Boldingh I. Flora voor de Nederlandsch West-Indische eilanden. — Amsterdam, 1913.

Cockayne L. The vegetation of New Zealand. — Leipzig.

Cuillaumin A. Les régions florales du Pacifique. — Société de biogéographie. IV. Contribution à l'étude du peuplement zoologique et botanique des îles du Pacifique. — Paris (1934) 225 — 270.

Hillebrand W. Flora of the Hawaiian islands. — London, New York, Heidelberg. 1888.

Hooker J. D. Handbook of the New Zealand flora. — London, 1864—67.

Jepson W. L. A manual of the flowering plants of California. — Berkeley. 1923 — 25.

Komarow V. Flora peninsulae Kamtschatka. — Leningrad, 1927 — 30.

Koorders S. H. Ekskursionsflora von Java. — Jena. 1911 — 12.

Merrill E. D. A bibliographic enumeration of Bornean plants. — Journal of the Straits Branch of the Asiatic Society. Signapore. 1921.

— Plantae Elmerianae Borneenses. — University of California publications in botany. Vol. 15 (1929) 1 — 316.

Matsumura J. Index plantarum Japonicarum. — Tokioni. 1904 — 12.

Ostenfeld C. H. and Gröntved J. The flora of Iceland and the Faeroes. — Copenhagen. 1934.

Phillips E. P. The genera of South African flowering plants. — Cape Town. 1926.

Pitard J. et Proust L. Les îles Canaries. Flore de l'archipel.—Paris. Sans date.

Skottsberg C. Le peuplement des îles pacifiques du Chili. — Société de biogéographie. IV. l. c, 271 — 280.

Stewart A. Expedition of the California Academy of Sciences to the Galapagos islands.— II. A botanical survey of the Galapagos islands.— Proceedings of the California Academy of Sciences. Fourth series. Vol. I (1911) 7 — 288.

Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. Rośliny Polskie, — Lwów - Warszawa. 1924.

Trimen. Flora of Ceylon.

Yule G. U. A mathematical theory of evolution, based on the conclusions of Dr. J. C. Willis, F. R. S. — Philosophical Transactions. Vol. 213 (1924) 21 — 87.

Willis J. C. Age and area. — Cambridge. 1922.

Wright C. H. Flora of the Falkland Islands. — Journ. Linn, Soc. Vol. 39 (1910).

TADEUSZ SZYNAL

Laboratoire de botanique de la Faculté agricole et forestière de l'Ecole Polytechnique de Lwów

(*entré 29. V. 1934*)

LA STRUCTURE DE LA RACINE DU BLÉ ET LE CLIMAT

J'ai démontré dans ma précédente communication [1]) que le nombre le plus fréquent des faisceaux libériens et ligneux de la racine principale est un caractère constant pour chaque espèce. *Triticum vulgare* seul présentait une exception, en donnant tantôt 7, tantôt 8, suivant les races. En examinant un matériel plus grand, je me suis persuadé que ceci dépend du climat: le nombre 7 correspond aux climats plus froids et plus humides (Angleterre, Suède, Pologne), tandis que le nombre 8 correspond aux climats plus chauds et secs (France méridionale, Italie, Tunisie, Grèce). On le voit très nettement sur la carte ci-jointe et sur les tables I — II. Pour ce qui est de l'Italie, la race Piave fait exception à la règle générale, mais elle provient de la Lombardie, où les hivers sont parfois rigoureux. La Hongrie présente un état des choses intermédiaire, ce qui concorde bien avec son climat.

La relation entre la structure de la racine et le climat se maintient également pour les autres espèces du blé. Ainsi *Triticum dicoccum*, *compactum* et *spelta*, originaires de l'Europe

---

[1]) Etudes biométriques sur la racine. — Acta Soc. Bot. Polon. Vol. XI (1934).

TABLE I

Triticum vùlgare

RASES	Pays	Fréquence des nombres des faisceaux			
		6	7	8	9
Złotka	Pologne	0	38	10	0
Ostka grubokłosa	„	0	40	0	0
Locale de Lwôw	„	3	48	2	0
Trofanowicka L 6	„	0	36	4	0
Elekta Kleszczyńskiego	„	0	16	23	0
Mikulicka ostka	„	0	23	16	0
Ukraińska 246	„	0	33	7	0
Podolanka L. 3	„	0	39	1	0
Antonińska wczesna	„	0	26	14	0
Banatka czerwona	„	0	32	7	1
Wysokolitewska	„	0	36	4	0
Ostka jara Hildebranda	„	0	37	3	0
Svalöfs Borenveizen I	Suède	0	26	14	0
Svalöfs Sonnenveizen	„	0	37	3	0
Svalöfs Stahlvinter	„	0	40	0	0
Svalöfs Tulenveizen II	„	0	40	0	0
New Jersey	Angleterre	0	39	1	0
Squarehead II Sutton	„	0	35	5	0
Yeoman Sutton	„	0	37	3	0
Ungarweizen Kirschego	Hongrie	0	31	9	0
Magyarowarer 6/7	„	0	14	26	1
Piave	Italie	0	32	8	0
Cologna Lungo	„	0	12	28	0
Inalletabile	„	0	1	39	0
Rieti	„	0	3	36	1
Machon 124	Tunis	0	7	31	0
Korinthos 6001	Grèce	0	0	29	11
Ererria Γ 202	„	0	0	36	4
Mikina Γ 313	„	0	11	29	0
Limnos 5770	„	0	0	36	6
Mentana Γ 243	„	0	0	38	2
Kanbera Γ 158	„	0	1	39	0
Psaphos Γ 930	„	0	0	34	6
Krete Γ 6766	„	0	0	33	7
Hybride courte paille 567 Schribaux	France méridionale	0	1	39	0

TABLE II.

Espèces	Pays	Fréquence des nombres des faisceaux		
		7	8	9
Triticum dicoccum var. forrum	Europe centrale	39	1	0
Triticum compactum var. creticum	Europe centrale	31	9	0
Triticum spelta var. Arduini	Europe centrale	39	1	0
Triticum aegilopoides	Balkans, Asie Mineure, Crimée	38	2	0
Triticum polonicum var. villosum	Afrique du Nord, Espagne	1	35	4
Triticum durum var. hordeiforme	Afrique du Nord, Balkans, Turquie, Russie méridionale	9	31	0
Triticum durum var. africanum	Europe méridionale, Afrique du Nord	2	38	0
Triticum dicoccoides var. Kotschyanum	Syrie, Palestine	0	34	6
Triticum persicum var. folliginosum	Transcaucasie	3	37	0
Triticum spherococcum var. rubiginosum	Inde	8	32	0
Triticum monococcum var. lactissimum	Orient	0	39	2

centrale, ont le plus souvent 7 faisceaux, tandis que *T. durum, monococcum, spherococcum, persicum, dicoccoides, polonicum,* provenant de l'Europe méridionale, de l'Afrique du Nord, de l'Orient ou de l'Inde, présentent 8 faisceaux. Seul *T. aegilopoides*, originaire des Balkans, de l'Asie Mineure et de la Crimée, fait exception, mais il provient peut être des montagnes.

Il m'est un agréable devoire de remercier Mlle Gisbert et M. le Docteur K. Miczyński pour la communication des matériaux.

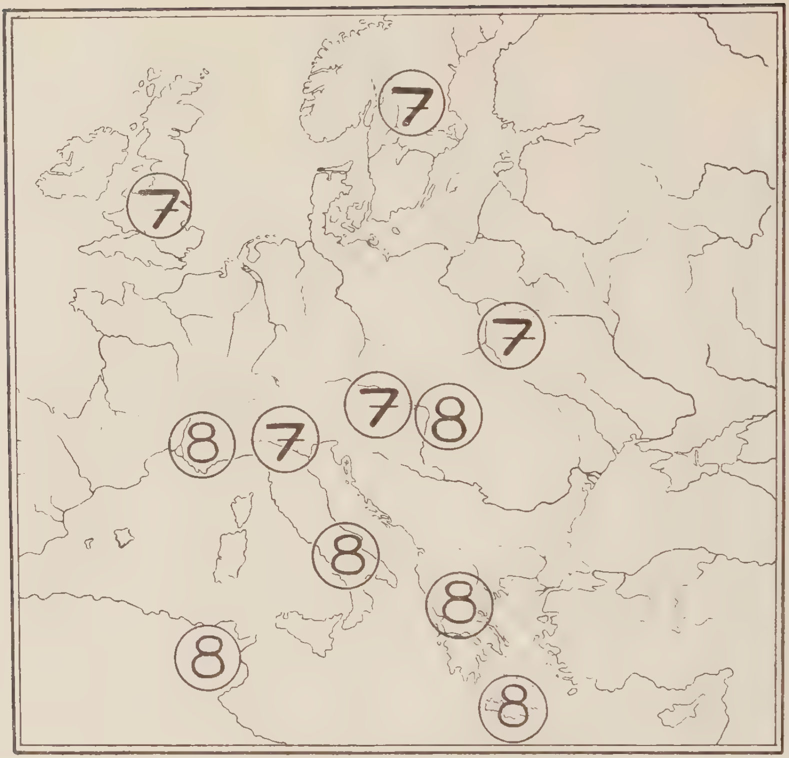


Fig. 68.

ANTONI KOZŁOWSKI

(wpłynęło 18.7. 1934).

POŻYWKI DLA BAKTERJI TWORZĄCYCH BARWNIKI FENAZYNOWE.

(Culture media for the bacteria producing phenazine pigments).

Niektóre gatunki Pseudomonas, wyizolowane z gleby, wytwarzają bardzo łatwo w odpowiednich pożywkach związki fenazynowe, które pod wpływem tlenu powietrza barwią się żółto, pomarańczowo, czerwono lub niebiesko. Dla wytworzenia owych substancji niezbędne jest, prócz soli mineralnych, obecność aminokwasów wzgl. ich pochodnych (peptonów, białek) lub też soli amonowych pewnych kwasów tłuszczowych oraz nadmiaru cukru (glukozy). Azotany przyśpieszają utlenianie związków fenazynowych w kulturze owych bakterji, przyczem same zostają zredukowane na azotyny.

Mechanizm zamykania łańcucha kwasów alifatycznych w pierścienie aromatyczne fenazyny nie jest jeszcze wyjaśniony. Szybkość tworzenia barwników już w ciągu pierwszych 24 godzin wygrzewania kultur w temperaturze pokojowej, około 20° C, pozwala przypuszczać, że biorą tu udział enzymy wydzielane z bakterji w środowisko; proces ten, jak i inne przemiany biologiczne, jest skomplikowany i obejmuje reakcje odczepiania grup karboksylowych, redukcji, kondensacji i utleniania. Ostateczny rezultat owych przemian da się przedstawić w przypadku kwasu winowego następującym schematem:

H_4NOOC CHOH CHOH $COONH_4$ H_4NOOC—CHOH CHOH $COONH_4$

+

H_4NOOC CHOH -CHOH $COONH_4$ H_4NOOC CHOC CHOH $COONN_4$

↓

```
CH=CH—C—N=C—COH=CH
|      ||   |      |
CH=CH—C—N=C—CH   =CH
```

oksyfenazyna.

czyli



Z pośród rozmaitych odmian następujące pożywki są zadawalniające:

Nr. 1) Na barwniki cytrynowo-żółte (pochodne-fenazyny):

1 litr wody zawiera (w gm):

azotan potasu	0,5	
fosforan dwupotasowy	1,0	
siarczan magnezu	0,2	
chlorek wapnia	0,1	
chlorek sodu	0,1	
chlorek żelaza	0,005	
siarczan manganu	0,005	
glyceryna	5	
dekstroza	5	
pepton	2	
cytrynian potasu	2	
kwas bursztynowy	4	zobojętnione amoniakiem.
kwas winowy	4	

Nr. 2) Na barwniki pomarańczowo-żółte (pochodne oksyfenazyny):

a) związki mineralne, jak w Nr. 1.

b) 2,5 gm mannitu, 5 gm dekstrozy, 5 gm sakcharozy, 5 gm glyceryny, 1,0 gm cytrynianu potasu, 7,5 gm kwasu winowego, zobojętnionego amoniakiem.

Nr. 3) Na barwniki winowo-czerwone (pochodne oksyfenazyny):

a) Składniki mineralne, jak w Nr. 1.

b) 5 gm glyceryny, 5 gm dekstrozy, 1 gm asparaginy, 5 gm peptonu, po 3 gm kwasu bursztynowego, winowego i cytrynowego zobojętnionych amoniakiem.

Nr. 4) Na barwiki niebieskie (pochodne oksyfenazyny):

a) Składniki mineralne, jak w Nr. 1.

b) 5 gm sakcharozy, 10 gm dekstrozy, 10 gm glyceryny, 7 gm kwasu bursztynowego, 7 gm kwasu winowego i 2 gm kwasu cytrynowego, zobojętnionych amoniakiem.

Reakcja pożywek była obojętna. Dodanie ekstraktu z ziemi ogrodowej wygotowanej gorącą wodą wpływało dodatnio na wytwarzanie barwników.

Niektóre gatunki *Pseudomonas* nie tworzą w powyższych pożywkach barwnych związków; każdy gatunek wymaga w tym celu specyficznego składu pożywki.

Barwniki, wytworzone w płynnej pożywce, wypadają w przeważnej ilości w postaci krystalicznej (Nr. 1, 2 i 4) lub też pozostają w niej rozpuszczone (Nr. 3).

Podczas potrząsania płyn pożywki zabarwia się winowoczerwono (Nr. 3) wzgl. niebiesko (Nr. 4) i z powrotem się odbarwia, gdy jest pozostawiony w spokoju. W starych kulturach płyn jest zabarwiony nieodwracalnie.

Wykrystalizowane barwniki dadzą się oddzielić przez centryfugowanie i następne wyciąganie etanolem 85 do 90% w temperaturze nie przekraczającej 70° C. Barwniki rozpuszczone w pożywce dadzą się strącić octanem ołowiu; przy frakcyjnem strącaniu wypadają najpierw zanieczyszczenia a w końcu, przy użyciu zasadowego octanu ołowiu i przy reakcji słabo alkalicznej, wypadają związki barwników. Po rozłożeniu osadu ołowiowego rozcieńczonym kwasem siarkowym można wyciągnąć barwniki metanolem i uwolnić je od tłuszczów oraz fosfatydów przez strącanie eterem naftowym. Barwniki w ten sposób otrzymane krystalizują trudno.

Azot drobiny fenazyny przyłącza i odczepia łatwo wodór i dzięki temu związki fenazynowe odgrywają dużą rolę w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, w komórce. Jest bardzo możliwe, że bakterje z grupy *Pseudomonas*, wytwarzające związki fenazynowe, są głównie odpowiedzialne za procesy redukcyjne w glebie.

ANTONI KOZŁOWSKI

(*wpłynęło 18.7.34*).

WYŁAWIANIE KOLONJI BAKTERJI ZIEMNYCH Z FILMU ŻELATYNOWEGO.

(Fishing colonies of soil bacteria from the gelatine film culture).

Niektóre bakterje gleby tworzą na pożywkach stałych tak drobne kolonje, że trudno je dostrzec gołem okiem; można jednak wyłowić je łatwo przy pomocy mikroskopu z kultury na filmie żelatynowym sporządzonym w sposób następujący: w probówki sterylizowane wlewa się pipetką około 2 cm^3 stopionej żelatyny i sterylizuje się je trzy razy przez 15 minut w bieżącej parze wodnej. Zastygłą żelatynę roztapia się w letniej wodzie i zaszczepia się kroplą odpowiednio rozcieńczonego roztworu gleby; poczem zawartość probówki miesza się ruchem wirowym a następnie pokręca się probówkę ukośnie ułożoną pod zimnym prądem wody tak, by żelatyna pokryła około $^2/_3$ długości ściany probówki; żelatyna zestali się ostatecznie w probówkach ułożonych pod zwilżonemi ręcznikami na płaszczyźnie pochyłej.

Niektóre bakterje ziemne tworzą kolonje w temperaturze pokojowej już w ciągu 24 godzin, inne zaś dopiero po upływie kilku dni. Dodanie do żelatyny odpowiednich składników odżywczych oraz regulowanie koncentracji jonów wodorowych ułatwia przewagę w rozwoju pewnych gatunków drobnoustrojów nad innemi. Żelatyna oczyszczona świeżem białkiem jaj przyśpiesza rozwój bakterji.

Film sporządzony w sposób powyższy nadaje się także do ilościowego oznaczenia drobnoustrojów w glebie.

W celu zapobieżenia topnieniu żelatyny pod wpływem ciepła lampy elektrycznej podczas wyławiania kolonji, używa się chłodnicy sporządzonej w sposób następujący: rurkę gumową, około 2 cm. średnicy, napełnioną zimną wodą, zamkniętą zatyczkami gumowemi, zgiętą w U i tak utwierdzoną dwoma paskami gumowemi, przymocowuje się do stolika mikroskopu dwoma większemi pierścieniami gumowemi. Między ramiona chłodnicy wsuwa się probówkę zawierającą kulturę bakterji.

Przeszczepianie kolonji przeprowadza się w sposób następujący: pokręcając probówkę wybiera się pod mikroskopem pewną kolonję na filmie żelatynowym; poczem zdejmuje się zatyczkę watową i sterylizuje się koniec probówki słabym płomieniem palnika. Drucik platynowy, o końcu lekko zgiętym, wsuwa się w probówkę tak daleko, by cień końca drucika dał się zauważyć w optycznem polu mikroskopu tuż pod obraną kolonją; po dotknięciu kolonji wysuwa się drucik ostrożnie, by nie dotknąć ściany probówki, zatrzymując koniec drucika w pobliżu wylotu probówki. Wówczas lewa ręka sięga po probówkę z czystą pożywką i zbliża ją ku prawej ręce, która zdejmuje zatyczkę watową dwoma mniejszemi palcami i równocześnie wysuwa drucik z probówki, by zaszczepić kolonję w treść probówki zbliżanej do płomienia palnika. Poczem wybiera się dalsze kolonje. Probówka na stoliku mikroskopowym pozostaje otwarta przez cały czas, bez niebezpieczeństwa zanieczyszczenia kultury.

Film żelatynowy, wyżej opisany, przedstawia modyfikację „kultur toczonych" Esmarcha (Ztschr. f. Hyg. 1886, I, 293).

JAN MUSZYŃSKI

Zakład Farmakognozji U. S. B. w Wilnie

(wpłynęło 19.VII.1931).

ALKALOIDY EUROPEJSKICH GATUNKÓW *LYCOPODIUM*.

(Alkaloide der europäischen *Lycopodium*-Arten.)

Swoistych zasad roślinnych, zwanych alkaloidami znamy dotychczas około 560. Jednak dokładnej budowy chemicznej większości wymienianych w literaturze alkaloidów nie znamy. Alkaloidy o dokładnie poznanej budowie są drugo- lub trzeciorzędowemi zasadami azotowemi, występującemi dość często wśród roślin Dwuliściennych (np. u Ranunculaceae, Berberidaceae, Papaveraceae, Solanaceae, Rubiaceae), rzadziej wśród Jednoliściennych (prawie wyłącznie u Liliaceae-Melanthioideae), rzadko u Nagonasiennych (Gnetaceae i Taxus) oraz bardzo rzadko u Sporophyta (niektóre grzyby). Alkaloidy Dwuliściennych są prawie wyłącznie pochodnemi azotowych związków heterocyklicznych, jak pyrrol, pyrydyna, chinolina, indol oraz izochinolina, gdy znane alkaloidy Jednoliściennych, Nagonasiennych i Zarodnikowców mają charakter fenylo-alkyl-aminów. Olbrzymia większość alkaloidów odznacza się wybitnem działaniem fizjologicznem, dzięki czemu są one groźnemi truciznami, szczególnie dla kręgowców.

Obszerna gromada paprotników uchodziła dotychczas, zwłaszcza w pracach botaniczno-systematycznych, za bezalkaloidową. W literaturze chemicznej istnieją dotychczas jedynie cztery prace, dotyczące dwu alkaloidów — *Lykopodyny*

i *Pillijaniny* wykrytych w *Lycopodium complanatum* L. i południowo-amerykańskim gatunku *L. Saururus* Lam. Lykopodyna została opisana jeden jedyny raz przez K. Bödekera (1) w roku 1881, przyczem nie poruszono w tej pracy fizjologicznego działania alkaloidu. O innych środkowo-europejskich gatunkach *Lycopodium* w zakresie ich działania fizjologicznego i składu chemicznego wiemy bardzo niewiele. Otóż na podstawie rozpoczętych przeze mnie przed kilku miesiącami i prowadzonych obecnie badań chemicznych i fizjologicznych stwierdzam bezwzględnie, że wszystkie spotykane na ziemiach polskich gatunki rodzaju *Lycopodium* zawierają alkaloidy o wybitnem działaniu fizjologicznem, a więc wszystkie nasze widłaki są roślinami trującemi.

Rodzaj *Lycopodium* liczy około 180 gatunków, występujących we wszystkich częściach świata. Najwięcej gatunków liczy południowa i środkowa Ameryka, najmniej Afryka. W Polsce, podobnie jak w całej Europie środkowej, spotykamy tylko 6 gatunków: *L. alpinum* L., *L. annotinum* L., *L. clavatum* L., *L. complanatum* L., *L. inundatum* L., i *L. Selago* L. Niektóre z tych gatunków (np. *clavatum*, *complanatum* i *Selago* są prawie kosmopolityczne.

Monograf rodziny widłaków E. Pritzel (5) dzieli rodzaj *Lycopodium* na dwa podrodzaje i szereg sekcyj (por. str. 279).

W Europie posiadamy tylko przedstawicieli sekcyj: Selago, Inundata i Clavata. Gatunkiem o najszerszym zasięgu rozpowszechnienia jest *Lycopodium Selago*. E. Pritzel (5) przytacza następujące odmiany oraz gatunki uważane za odmiany L. Selago:

var. adpressum Desv.	— Grenlandja	L. chinense Christ.	— Japonja, Chiny
„ laxum Desv.	— Europa	L. Haleakale Brack.	— Wyspy Sandwich
„ patens Desv.	— Amer półn.	L. erubescens Breck.	— „ „
„ sauruoides Lowe	— Madeira	L. sauruoides Bory & Durval	— Wyspy Ascension.

Wielkie podobieństwo zewnętrzne do *L. Selago*, szeroki zasiąg rozpowszechnienia, oraz podobne warunki bytowania posiada *Lycopodium Saurusus* Lam. pospolite w górzystych miejscowościach Ameryki południowej. W Argentynie zwane jest „Pillijan" albo „Coda di Quirquincho" i używane bywa jako lek gwałtownie czyszczący, a nawet jako środek poronny.

Roślina ta była badana poraz pierwszy przez Ch. Capdeville (2) i Adriana (3), Adrian otrzymał z ziela *L. saururus*

Subgenus	Sectio	Subsectio	Species
Urostachia (brak wyraźnych kłosków, zarodnie w kątach liści wierzch.)	Selago	Enselago — A (łodygi wzniesione)	L. Selago, L. saururus, L. compactum, L. attenuatum, L. polycladnm
		Enselago — B. (łodygi zwisające)	L. verticillatum, L. linifolium, L. taxifolium
	»	Subselago	L. strictum, L. echinatum, L. squarrosum
	Phlegmaria (przejście do kłoska)	—	L. phlegmaria, L. pinifolium, L. phyllanthoides
Rhopalostachia (z wyraźnemi kłoskami)	Inundata	— —	L. inundatum, L. alopecuroides, L. cruciatum
	Cernua	— —	L. cernuum, L. densum, L. volubile
	Clavata	— —	L. clavatum, L. annotinum, L. complanatum, L. alpinum

bezkształtny. brunatny silnie zasadowy, trudno rozpuszczalny w eterze i łatwo w chloroformie alkaloid, który nazwał „pillijanina“ (1886 r.) Następnie bardziej szczegółowe badania chemiczne nad tą rośliną przeprowadzili w Buenos-Aires w r. 1892 P. Arata i F. Ganzeneri (4). Otrzymali oni tenże alkaloid pillijaninę w postaci żółtobrunatnej, bezkształtnej masy, dającej odczyny alkaloidowe ze wszystkiemi najważniejszemi odczynnikami na alkaloidy i o wybitnem działaniu trującem. Autorowie ci stwierdzili, że zasadowa pillijanina posiada zapach koniinowy, że bardzo trudno daje krystalizujące sole, że jest zasadą dwuazotową o wzorze sumarycznym $C_{15}H_{24}N_2O$, że przy destylacji w strumieniu wodoru daje ciało podobne bardzo do nikotyny; badania fizjologiczne tych autorów wykazały, że pillijanina, wpuszczona do oka wywołuje zwężenie źrenicy i że 0,1 do 0,2 gr. tego alkoloidu zabija psy, wywołując u nich porażenie serca. W roku 1931 Juan A. Dominguez (6) ogłosił pracę o *L. saururus* w której przytoczył te same szczegóły co Acata i Canzeneri.

Naogół przeto nauka zna dotychczas tylko dwa wypadki występowania alkaloidów u widłaków.

W Wileńszczyźnie, podobnie jak w Łotwie, Litwie, Estonji, Finlandji oraz Skandynawji ludność używa odwarów ziela *L. clavatum* i *L. Selago* jako środka przeciw t. z. kołtunowi (Plica polonica dawnych autorów) i przeciwko wyrzutom skórnym. Odwary te stosuje się zewnętrznie, ale zdarza się, że pacjent przez nieporozumienie wypija taki odwar. Następuje wtedy zatrucie. W różnych dziełach opisujących rośliny lecznicze znajdujemy wzmianki (Dragendorf (7), Millspaugh (8), Kosteletzky (9), Gerard-Wyżycki (10), Annenkow, Rollow (11), B. Jundziłł (12), że *L. Selago* posiada własności mocno drastyczne i trujące.

Wypadek zatrucia się młodej kobiety po wypiciu odwaru z 3 gr. ziela *L. Selago* zdarzył się w Wilnie w październiku 1933 r. W parę godzin po zażyciu tego środka wystąpiły silne objawy zatrucia: osłabienie serca i oddechu, dyskoordynacja ruchów, zwężenie źrenic, wymioty. Pacjentka została przewieziona do szpitala Sawicz, gdzie po przemyciu żołądka i zastosowaniu kamfory i kofeiny udało się ją uratować i po upływie doby pacjentka wyzdrowiała. Dr. Dzikiewiczówna która nadesłała mi znalezione u pacjentki ziele do zbadania, zakomunikowała mi jednocześnie, że to już drugi wypadek

w jej praktyce zatrucia się tą rośliną. Podobno pacjentka zażyła odwar tego ziela w celu pozbycia się jakiejś wysypki na twarzy. Przesłane do zbadania ziele okazało się *L. Selago*, sprzedawanem przez wileńskie znachorki pod nazwą „wrońca". Jest rzeczą charakterystyczną, że kupując następnie to ziele od wileńskich znachorek otrzymywałem zawsze informację, że jest ono bardzo trujące i że garść tego ziela wystarczyłaby do zatrucia kilku osób. Należy go przeto używać tylko zewnętrznie. Przy badaniach swych stwierdziłem przedewszystkiem, że odwar odpowiadający 0,2 gr. ziela już w ciągu 10 — 20 minut poraża myszy i żaby. Kompletny bezwład zwierząt przypomina w zupełności działanie kuraryny. Myszy giną dość szybko wskutek porażenia oddechu, żaby zaś, które oddychają również przez skórę, mogą nieraz leżeć bezwładne w ciągu 24 do 40 godzin, poczem poprawiają się i czują się dobrze. Przy życiu utrzymują się tylko żaby wyjątkowo silne, albowiem większość ginie po upływie 48 godzin. Czasem u takich pozornie już martwych żab można było jeszcze po upływie 48 godzin dostrzec przy otwarcia klatki piersiowej bardzo słabe i zwolnione ruchy serca.

Następnie przerobiłem analogiczne doświadczenia z innemi gatunkami *Lycopodium* spotykanemi na terenie Wileńszczyzny, mianowicie *L. annotinum*, *L. clavatum*, *L. complanatum* i *L. inundatum*. Okazało się, że wszystkie te gatunki posiadają analogiczne działanie trujące i zabijają żaby i myszy przy objawach porażenia kurarycznego (całkowity bezwład). Różnice były nie jakościowe lecz tylko ilościowe. Mianowicie do wywołania tego samego efektu trzeba było używać większych dawek od 0,5 do 1 gr. ziela.

Po tych wstępnych próbach fizjologicznych przystąpiono do badań chemicznych i stwierdzenia, czy wspomniane 5 gatunków europejskich widłaków zawierają alkaloidy. W każdym wypadku posługiwano się różnemi opisanemi w literaturze metodami używanemi do wydzielania alkaloidu z rośliny. Bez względu na metodę zawsze otrzymywano ciała dające wszystkie charakterystyczne odczyny alkaloidów, które przy wstrzyknięciu żabom i myszom dawały takie same objawy zatrucia jak wyciągi z ziela. Najczęściej posługiwałem się metodą następującą: Sproszkowane lub zmiażdżone (jeśli było świeże) ziele wytrawiano 50% alkoholem zakwaszonym zlekka (0,1%) kwasem octowym. Z otrzymanego wyciągu odpędzano alko-

hol, wyciąg sączono. alkalizowano węglanem potasu lub wodorotlenkiem sodu i wykłócano chloroformem, który zabierał z wodnego roztworu alkaloidy. Wyciągi chloroformowe zabarwione są zawsze mniej lub więcej na kolor żółty. Po odpędzeniu chloroformu pozostawał surowy alkaloid w postaci żółtobrunatnej, bezkształtnej masy o wybitnie gorzkim smaku. Celem oczyszczenia otrzymanego alkaloidu rozpuszczano go w rozcieńczonym kwasie solnym (unikając nadmiaru kwasu), roztwór odbarwiano o ile możności węglem zwierzęcym, odsączano. Klarowny lecz zawsze jednak zabarwiony na żółto roztwór wodny chlorowodorku alkaloidu ponownie alkalizowano węglanem potasu i wytrącony alkaloid wykłócano chloroformem. Po odpędzeniu chloroformu z takich wyciągów otrzymywano alkaloid w postaci bardziej czystej. Pomimo jednak kilkakrotnego powtarzania takiego oczyszczającego zabiegu dotychczas nie udało mi się otrzymać żadnego z tych alkaloidów w postaci krystalicznej i bezbarwnej, albowiem alkaloidy te ulegają zdaje się utlenieniu i ciemnieniu na powietrzu, podobnie jak widzimy to przy nikotynie lub koniinie. Zawartość tych alkaloidów u różnych widlaków ulega dużym wahaniom. Dotychczas nie posiadam jeszcze ścisłych oznaczeń ilościowych, albowiem nie miałem materjału zebranego w tym samym czasie i przechowywanego w znanych mi warunkach. Naogół jednak mogłem stwierdzić, że gatunkami najbogatszemi w alkaloidy jest *L. Selago* i *L. annotinum*. Z suchego ziela tych gatunków otrzymywałem 0,6 do 0,9% alkaloidu, gdy z innych otrzymywałem zaledwie 0,1—0,3% alkaloidów. Jest rzeczą ciekawą, że poszczególne gatunki *Lycopodium* różnią się między sobą znacznie zawartością soli mineralnych. Celem oznaczenia popiołów badane przeze mnie próbki ziela widłaków prażono w tyglu porcelanowym aż do stałej wagi. Otrzymany popiół wytrawiano gorącym 10% kwasem solnym celem oddzielenia związków rozpuszczalnych od nierozpuszczalnych w kwasie solnym (przeważnie krzemionki). Przemyty nierozpuszczalny osad i odparowany roztwór soli chlorowych suszono do stałej wagi i ważono. Wyniki były następujące: (por. tabelkę na str. 283).

Naturalnie widłaki pochodzące z innych miejscowości i zebrane w innym czasie mogą wykazać pewne różnice ilościowe, ale z dotychczasowych badań wynika, że gatunki najuboższe w sole mineralne okazały się najbogatszemi w alka-

gatunek	popiół %	składniki popiołu oblicz. w % do popiołu	
		nierozpuszczalne w HCl (krzemionka)	sole rozpuszczalne w postaci chlorowodorków
Lyc. annotinum	1,83	9,14	114,96
Lyc. Selago	2,91	39,80	87,70
Lyc. clavatum	4,05	8,61	99,61
Lyc. complanatum	5,37	18,29	111,78

loidy. Na podstawie dotychczasowych wstępnych badań nie mogę orzec, czy we wszystkich pięciu badanych przeze mnie gatunkach *Lycopodium* znajdują się identyczne alkaloidy. Dopóki to nie zostanie wyjaśnione daję tymczasem tym alkaloidom specjalne nazwy, któremi się już będę w dalszym ciągu posługiwał, mianowicie:

Lyc. annotinum — annotyna,
,, *clavatum* — clavatyna,
,, *complanatum* — complanatyna (= Lykopodyna Bödekera),
,, *inundatum* — inundyna,
,, *Selago* — selagina.

Już dziś mogę powiedzieć, że selagina różni się wybitnie od pozostałych czterech alkaloidów. Mianowicie selagina posiada wybitny zapach mysz (przypominający surową koniinę), gdy pozostałe alkaloidy są bezwonne. Jedna kropla 1% roztworu chlorowodorku selaginy wpuszczona do oka wywołuje w ciągu 20—30 minut wybitne zwężenie źrenicy u człowieka, gdy inne alkaloidy w takich rozcieńczeniach nie wywołują tego efektu. Opierając się na opisach wspomnianej już pracy Arata & Canzoneri wypowiadam przypuszczenie, że otrzymana przeze mnie z *L. Selago* selagina jest identyczna albo przynajmniej bardzo podobna do pillijaniny, otrzymanej przez tych autorów z *L. saururus.* Czy pozostałe otrzymane przeze mnie alkaloidy są identyczne lub przynajmniej blisko spokrewnione z lykopodyną otrzymaną przez C. Bödekera z *L. complanatum*, dziś jeszcze twierdzić nie mogę, albowiem badania są w toku. Wspólną cechą wszystkich otrzymanych przeze mnie alkaloidów widłakowych jest wybitne działanie typu kurarycznego na myszy i żaby, przyczem śmiertelna dawka dla tych zwierząt wynosi 0,005 — 0,01 gr. Wszystkie te

alkaloidy posiadają dość gorzki smak, ale znacznie słabszy niż np. chinina. Roztwory (1%) soli tych alkaloidów nie posiadają miejscowego działania drażniącego zarówno przy wpuszczeniu do oka, jak i zastrzyknięciu pod skórę. Wszystkie te alkaloidy tworzą łatwo rozpuszczalne w wodzie i alkoholu i nierozpuszczalne w eterze i chloroformie sole z kwasami organicznemi i nieorganicznemi, ale dotychczas nie udało mi się otrzymać tych soli w stanie czystym i krystalicznym, co pozwoliłoby oznaczyć ich punkt topliwości i ciężar cząsteczkowy. Wprawdzie przy ostrożnem nasycaniu gazowym chlorowodorem eterowego roztworu alkaloidu wydzielają się po pewnym czasie igiełkowate kryształy chlorowodorku alkaloidu, ale po zlaniu eteru kryształy się rozpływają, żółkną i po wysuszeniu pozostają w postaci bezkształtnej, żółtawej masy. Wspólną cechą wszystkich alkaloidów widłakowych jest również tworzenie charakterystycznych osadów z pewnemi odczynnikami, jak to wskazuje poniższa tablica (por. str. 285).

Swoistych odczynów barwnych dla tych alkaloidów dotychczas nie znaleziono. Jedynie selaginę można odrazu odróżnić od pozostałych alkaloidów, albowiem bezwonne sole selaginy przy zalkalizowaniu wydzielają odrazu charakterystyczny mysi zapach. Wszystkie wspomniane alkaloidy widłaków przy prażeniu w probówce z pyłem cynkowym wydzielają pyrydynę, co wskazywałoby na obecność w ich cząsteczce heterocyklicznego pierścienia azotowego.

W ciągu bieżącego lata będą zebrane większe ilości spotykanych w Polsce widłaków, ażeby można było otrzymać większe ilości alkaloidów i oznaczyć dokładnie ich własności fizyczne, chemiczne i fizjologiczne.

Ze spotykanych w Europie widłaków nie został dotychczas zbadany gatunek *Lyc. alpinum* L., albowiem otrzymany przeze mnie pod tą nazwą materjał z Tatr okazał się zwykłym *Lyc. complanatum* L. Z powodu iż we wszystkich pięciu zbadanych dotychczas europejskich gatunkach widłaków występują alkaloidy, należy się spodziewać, że i *Lyc. alpinum* okaże się rośliną alkaloidową.

Reasumując wszystko wyżej powiedziane, możemy już dziś stwierdzić, że w różnych gatunkach rodzaju *Lycopodium* występują typowe alkaloidy o silnem działaniu fizjologicznem, co jest zjawiskiem dość rzadkiem w gromadzie Pteridophyta i na co dotychczas nie zwrócono należytej uwagi.

Charakterystyczne odczyny osadowe alkaloidów z europejskich gat. Lycopodium.

Odczynnik	Annotyna	Clavatyna	Complatyna	Inundatyna	Selagina
(rozcieńczenie alkaloidów 1 : 10000)					
Woda bromowa	zmętn.	osad	osad	osad	osad
Płyn Lugola	osad	osad	osad	osad	osad
Odcz. Dragendorfa	osad	osad	osad	osad	osad
Odcz. Meyera	osad	osad	osad	osad	osad
Kwas fosforomolibdenowy	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.
Kwas krzemowolframowy	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.
Tannina	opalesc.	opalesc.	opalesc.	opalesc.	opalesc.
(rozcieńezenie alkaloidów 1 : 1000)					
Chlorek złota	osad	osad	osad	osad	osad
Kwas pikrynowy	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.	zmętn.
(rozcieńczanie alkaloidów 1 : 200)					
Węglan potasu	osad	osad	osad	osad	osad
Wodorotlenek sodu	osad	osad	osad	osad	osad
Amoniak	osad	osad	osad	osad	osad
Chlorek rtęciowy	osad	osad	osad	osad	osad
Żelazicjanek potasu	opalesc.	opalesc.	opalesc.	opalesc.	osad
Dwuchromian potasu	zmętn.	opalesc.	opalesc.	opalesc.	osad

LITERATURA:

1) K. Bödeker, — Lycopodin, das erste Alkaloid der Gefässkryptogamen, J. Liebig's Annalen der Chemie, B. 208, p. 363, 1881 r.

2) Ch. Capdeville, — Etudes botaniques, chimiques et physiologiques sur Pillijan (Lycopodium Saururus), Dissertation, Paris, 1886.

3) Adrian, — Nouveaux Remèdes, p. 272 i 387 — 411, 1886 r. Jahrbuch der Pharmazie, p. 60, 1886 r.

4) P. N. Arata e F. Canzoneri, — Contributo allo studio del „Pillijan" (Lycopodium Saururus Lam.) Gazzetta chim. italiana, Vol. XXII, p. 146 — 150, 1892.

5) E. P r i t z e l, — Engler & Prantl — Die natürlichen Pflanzenfamilien, T. I., Abt. IV p. 563 — 606, 1902 r.

6) Juan A. D o m i n g u e z, — Lycopodium Saururus Lam. vulge Pillijan, — Revista Centro Estudiantes Farmacia Biochimica, 20, p. 534 — 547, 1931 r.

7) C. D r a g e n d o r f, — Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten, p. 61, 1898 r.

8) Ch. F. M i l l s p a u g h, — American Medicinal Plants, Vol. II, p. 180—182, 1887 r.

9) V. F. K o s t e l e t z k y, — Medicinisch — pharmaceutische Flora, T. I, p. 44, 1831 r.

10) J. G e r a l d - W y ż y c k i, — Zielnik ekonomiczno - techniczny, T. II, p. 290, 1845 r.

11) A. R o ł ł o w, — Diko rastuszczyja rastienja Kawkaza, p. 303, 1908 r.

12) B. S. J u n d z i ł ł, — Opisanie roślin w prowincji W. X. L. rosnących, p. 519, 1791 r.

KAROL STARMACH

Laboratorium Botanicum Janczewskianum U. J. Kraków.

(*wpłynęło 12. VII 1934*).

DWA NOWE GATUNKI SINIC Z TATR.

(Über zwei neue Cyanophyceen-Arten aus dem Tatra-Gebirge).

W r. 1928 w lipcu, odbyła się pod kierownictwem prof. Dr. Kazimierza Roupperta wycieczka Zakładu Botanicznego im. Janczewskiego U. J. do Tatr, w czasie której zebrałem w Czarnym Stawie pod Kościelcem kilka kamieni pokrytych ciemnobrunatnemi skorupami glonów, tworzących w strefie przybrzeżnej stawu bardzo charakterystyczny zespół. Po rozpatrzeniu materjału pod mikroskopem, pokazało się, że podobnie jak w Czarnym Stawie nad Morskiem Okiem (Raciborski*) główna masa glonów składa się tu z gatunku *Pleurocapsa polonica* Raciborski, a pomiędzy jej plechami dopiero występują w mniejszych skupieniach inne sinice o plechach skorupiastych lub nitkowatych. Z pomiędzy form nitkowatych zasługiwały na uwagę czarne kępki sinicy z rodzaju *Homeothrix*, której gatunku nie udało mi się wówczas oznaczyć. Podczas następnej jednak wycieczki tegoż Zakładu, która odbyła się w lipcu 1932 r., zdołałem zebrać obfitszy materjał zarówno z Czarnego Stawu pod Kościelcem, jak też i ze Zmarzłego Stawu przy drodze na Zawrat, z Czarnego i Wielkiego Stawu w Dolinie 5-ciu Stawów Polskich. We wszyst-

*) Raciborski M. Phycotheca polonica. Część I. Kosmos. 35. 1910. S. 82.

kich tych stawach, pomiędzy skorupami glonów, rosnących na kamieniach w strefie przybrzeżnej stawów, udało mi się odnaleść te same czarne kępki *Homeothrix*, jak się następnie okazało nowego gatunku. Równocześnie w tym samym materjale pomiędzy plechami *Pleurocapsa polonica* Racib. znalazłem inny, również nieznany gatunek z rodzaju *Chroococcus* rodziny *Chroococcaceae*.

Oba te gatunki, których opis podaję poniżej, prawdopodobnie nie są rzadkie w Tatrach, gdyż poza podanemi znaleziskami w stawach na granitowem podłożu występują też i na podłożu wapiennem w grupie Czerwonych Wierchów — i. co jest charakterystyczne—zawsze razem z plechami *Pleurocapsa*.

HOMEOTHRIX FUSCA NOV. SP.

Rośnie na kamieniach (granitowych i wapiennych pomiędzy plechami *Pleurocapsa* sp. div., w kępkach złożonych z kilku lub kilkudziesięciu nitek, rzadziej tworzy osobne czyste skupienia, płaskie, nieco skorupiaste, do 1 cm szerokie, barwy czarnej.

Pojedyńcze nitki są proste lub powyginane, nierozgałęzione, otoczone ciemną, warstwowaną pochwą, u nasady najgrubsze, ku szczytowi zwężają się znacznie, przechodząc w końcu w długi bezbarwny włos. Heterocyst nasadowych lub innych nie ma zupełnie (cecha rodzaju *Homeothrix*, komórka nasadowa jest u dołu zaokrąglona i niczem zresztą nie różni się od innych komórek nitki.

Pochwy otaczające nitki są dość grube, grubość ich odpowiada conajmniej połowie grubości nitki, warstwowane, na zewnątrz nierówne i postrzępione. Najsilniej są rozwinięte pochwy od nasady nitki mniej więcej do połowy jej długości; tutaj też kończą się wszystkie ich zewnętrzne a zarazem najstarsze warstwy, wyżej zaś, prawie pod sam szczyt, sięga tylko najwewnętrzniejsza cienka warstewka pochwy. (Fig. 69). Barwa pochew jest na wszystkich stanowiskach taka sama, ciemno-fioletowa lub prawie czarna. Najintensywniej zabarwione są zewnętrzne warstwy pochwy, wewnętrzna zaś jej warstewka przylegająca bezpośrednio do nitki jest prawie bezbarwna, bezbarwne też są po największej części czubki pochew u nasady nitek.

Nitki (trichomy) zbudowane są z komórek u nasady szerszych od swojej wysokości, wyżej w połowie nitki prawie kwadratowych, jeszcze wyżej przechodzących w cienkie, wydłużone komórki włosa. Komórka nasadowa jest półokrągła, węższa od wyżej leżących komórek nitki. Barwa niebiesko-zielona lub stalowo-(szaro)-zielona; komórki włosa są bezbarwne.



a b

Fig. 69.
Homeothrix fusca nov. sp. a — pow. 1200 × b — pow. 2000 ×.

Hormogonia są dość krótkie, 4—6-cio komórkowe, o komórkach kwadratowych lekko na ściankach poprzecznych wciętych, tworzą się serjami od szczytu nitek. (Fig. 69-b). Przed tworzeniem się hormogoniów odpadają z reguły włosy nitek, tak że niejednokrotnie widać całe kępki dojrzałych osobników zupełnie pozbawionych włosów. W lipcu 1932 r. widać było obficie tworzące się hormogonia tylko w strefie przybrzeżnej stawów do głębokości 10 cm, nie było ich natomiast w materjale zebranym w odpływach stawów w wodzie szybko płynącej.

Wymiary nitek i komórek.

Szerokość nitek u nasady	4,5—7,5 μ	średnio 5 μ
„ nitek w połowie długości	3 —4,5 μ	„ 3,8 μ
„ komórek u nasady nitek	2 —3,5 μ	„ 2,8 μ
„ komórek w poł. dług. nitek	1,5—2,5 μ	„ 2 μ

Długość nitek wraz z włosem 48 — 85 μ.

Występuje w Czarnym Stawie pod Kościelcem i jego odpływie, w Zmarzłym Stawie przy drodze na Zawrat, w Wielkim Stawie i Długim Stawie w Dolinie 5-ciu Polskich Stawów i ich odpływach.

Obok opisanej formy gatunku *Homethrix fusca* jako typowej i najczęstszej, znajdują się jeszcze inne formy i to częściowo w tym samym materjale, powiązane z typem przejściami.

Formy te na pewnych stanowiskach powtarzają się stale w jednakowych kształtach i wymiarach, tak że podaję i ich cechy.

Forma *elongata* nov. form. (Fig. 70).

Nitki w zasadzie zupełnie podobnie zbudowane jak u formy typowej, jedynie o wiele dłuższe, silnie powyginane zwłaszcza w dolnych częściach, poplątane ze sobą a także nieco węższe. Pochwy tych nitek są naogół cieńsze niż u formy typowej i prawie pod sam szczyt jednakowo silnie rozwinięte, o barwie fioletowo-czarnej. Komórki oraz hormogonia podobne jak u formy typowej.

Wymiary nitek i komórek.

Szerokość nitek u nasady	3 —6 μ	średnio 4,2 μ
„ nitek w połowie ich długości	2,5—3,5 μ	„ 3 μ
„ komórek u nasady nitek	2 —3 μ	„ 2,5 μ
„ komórek w poł. dług. nitek	1,5—2,5 μ	„ 1,8 μ

Długość nitek wraz z włosem 75 — 160 μ.

Forma ta występuje rzadko razem z plechami *Pleurocapsa*, natomiast częściej w towarzystwie *Schizothrix* sp. *Calothrix parietina* Thuret, *Calotrix fusca* Born. et Flah. i *Hammatoidea Normanni* W. et G. S. West, a także pomiędzy mchami w strefie przybrzeżnej stawów, w głębokości 20 — 100 cm. Do tej pory znalazłem ją tylko w wymienionych poprzednio stawach, natomiast nie było jej w próbkach z odpływów tych stawów.



Fig. 70.

Homeothrix fusca nov. sp. forma elongata nov. form. pow. 1200 ×.

Forma *minor* nov. form. (Fig. 71).

Nitki krótsze o mniejszych wymiarach, rosną w małych kępkach pomiędzy plechami *Pleurocapsa aurantiaca* Geitler W budowie nitek, komórek oraz barwie podobna zupełnie do formy typowej. Krótkość nitek nie jest w tym wypadku zależna od wieku osobników, gdyż tworzące się hormogonia świadczą o dojrzałości tych osobników, więc z tego też powodu, przy znacznych różnicach w wymiarach w porównaniu z formą typową, trzeba ją traktować jako formę odrębną.

Wymiary nitek i komórek.

Szerokość nitek u nasady	2 —4 μ,	średnio	3,5 μ
„ nitek w połowie ich długości	2 —3 μ,	„	2,6 μ
„ komórek u nasady nitek	1,2—2,5 μ,	„	2 μ
„ komórek w poł. dług. nitek	1 —2 μ,	„	1,5 μ

Długość nitek wraz z włosem 25 — 40 μ.

Forma *minor* występuje w rynnie skalnej, którą ścieka woda ze wschodniej ściany kotła Wielkiej Świstówki w grupie Czerwonych Wierchów w Tatrach. Rośnie więc w zupełnie odmiennych warunkach stanowiskowych, niż formy poprzednie, a na podłożu wapiennem.

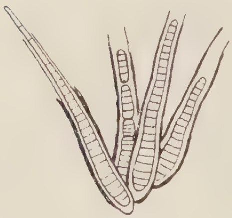


Fig. 71.
Homeothrix fusca nov. sp. forma minor nov. form. pow. 1200×.

Zanotować też należy, że na tem stanowisku spotykałem tylko tę formę krótką, a nie było obok niej ani formy typowej, ani też formy długiej, które na swoich stanowiskach rosną jednak obok siebie.

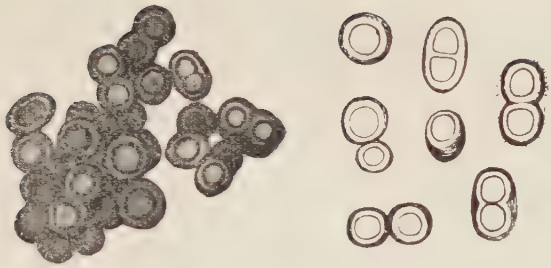
Homeothrix fusca nov. sp. podobna jest najwięcej do *H. balearica* (Born. et Flah.) Lemm. var. *tenuis* W. et G. S. West., różni się zaś, wraz ze swemi formami, wymiarami i ogólnym pokrojem, co zresztą miałem możność naocznie stwierdzić, gdyż *H. balearica* var. *tenuis* W. et G. S. West występują nierzadko w Tatrach.

CHROOCOCCUS NIGER NOV. SP. (Fig. 72).

Gatunek ten występuje na tych samych stanowiskach co *Homeothrix fusca*, nie tworzy jednak większych skupień, tak że na oko nie da się wyróżnić. Rośnie w małych grupkach komórek, najczęściej pomiędzy plechami *Pleurocapsa* i innych sinic, lub też tworzy na plechach tychże sinic niewielkie płaskie skupienia, bezkształtne, nieco śluzowate, ca 50 μ szerokie, barwy ciemno-fioletowej lub prawie czarnej.

Komórki rosną pojedyńczo, po dwie razem lub bardzo rzadko po cztery. Kształt mają owalny, prawie kulisty, po podziale półkulisty, barwę brudno-siną, wymiary bez osłon 1 — 1,5 μ, z osłonami 2 — 3 μ.

Osłony są szerokie, niewyraźnie warstwowane; warstwy zewnętrzne śluzowacieją łatwo, skutkiem czego też prawdo-



a b

Fig. 72.

Chroococcus niger nov. sp.
pow. 3300×. a — kolonja, b — pojedyńcze komórki.

podobnie nie dochodzi do wytworzenia większych jak 2 komórkowych kolonij 4-ro komórkowe są nader rzadkie). Barwa osłon jest zasadniczo ciemno-fioletowa, jednak we wnętrzu większych skupień są prawie zawsze grupki komórek o osłonach blado-fioletowych, lub całkiem bezbarwnych, a nawet są i takie, które mają osłony w połowie ciemne, w połowie zaś bezbarwne. Naintensywniej zabarwiona jest środkowa, najsilniej warstwowana część osłon, zewnętrzne zaś, skutkiem śluzowania tracą stopniowo barwę. Niejednokrotnie osłony są silniej wykształcone z jednej strony komórki, niż z drugiej. W niektórych wypadkach można stwierdzić, że powodem takich ekscentrycznych kształtów osłon jest silniejsze pęcznienie i śluzowanie ich na jednej połowie komórki. Ześluzowaciałe błony barwią się od jodu (J + KJ) na kolor niebieski; zabarwienie to jest coraz słabsze w miarę postępu śluzowacenia.

Chroococcus niger nov. sp. występuje w Tatrach dość często pomiędzy plechami *Pleurocapsa aurantiaca* Geitler, na wschodniej ścianie kotła Wielkiej Świstówki w grupie Czerwonych Wierchów; pomiędzy plechami *Pleurocapsa polonica* Racib. i innemi sinicami w Czarnym Stawie pod Kościelcem, w Czarnym i Wielkim Stawie w Dolinie 5-ciu Stawów Polskich i w Czerwonych Stawach Gąsienicowych. Jest charakterystycznym składnikiem skorupiastych powłok glonów w tych stawach.

Z pokroju najpodobniejszy jest do *Chroococcus lithophilus* Ercegovic (według rys. 7, tab. I. w Acta Bot. Inst. Bot. R.

Univ. Zagrebensis Vol. I. 1925), różni się jednak znacznie wymiarami i wykształceniem osłon.

ZUSAMMENFASSUNG.

Während zweier botanischer Ausflüge nach dem Tatra-Gebirge habe ich in dem Czarny Staw bei Kościelec, Zmarzły Staw bei dem Stege nach Zawrat, Czarny und Wielki Staw in dem 5-Stawów Polskich—Tal und ihren Abflüssen reichliches Material der krustenförmigen Algen gesammelt. Die Algenkrusten bedecken dort die beim Ufer in der Tiefe 0 — 100 und mehr cm liegenden Steine und bilden in dieser Zone sehr charakteristische Bestände, welche fast ausschliesslich aus Cyanophyceen bestehen.

Den Hauptbestandteil dieser Cyanophyceen - Krusten bildet *Pleurocapsa polonica* Racib. und neben derselben waren noch *Gloeocapsa dermochroa* Naeg., *Chlorogloea microcystoides* Geitl., *Pleurocapsa minor* Hansg., und *Chamaesiphon polonicus* (Rost) Hansg., wie auch fadenförmige: *Calothrix parietina* Thuret, *C. fusca* Born. et Flah., *Hammatoidea Normannii* W. et G. S. West und *Schizothrix* sp. in kleiner Menge vorhanden.

Die fadenförmigen Cyanophyceen kommen jedoch zwischen krustenförmigen Algen nur selten vor und bilden meist kleine, selbständige Rasen.

Diese, für die Hochgebirgs-Seen sehr charakteristischen Algen-Bestände werde ich in einer weiteren Abhandlung ausführlicher bearbeiten. In der vorliegenden Notiz beschreibe ich nur zwei neue Arten, die ich in dem bisher untersuchten Algen-Material fand.

Homeothrix fusca nov. sp.

Diagnose: Caespites inter thallibus aliorum cyanophycearum parvos, vel stratos planos, parum crustaceos, nigros, usque ad 1 cm latos format. Fila simplicia, recta aut flexuosa, ad basin crassiora, apicem versus attenuata summo apice in pilum tenuem producta, ad genicula leviter constricta. Vaginae sat crassae (crassitudine semi-diametro cellulae aequali), superficie inaequales, apice laciniatae, nigro-violaceae, in partibus exterioribus fere nigrae.

Cellulae in partibus basilaribus diametro breviores, media in parte subquadratae, coeruleo-viridae, ad apicem elongatae, in parte piliformi hyalinae. Hormogonia 4 — 6 cellulares, ab summo apice filorum seriatim extantes, cellulae eorum subquadratae.

Dimensiones filorum et cellularum:

Latitudo filorum ad basin	4,5 —	7,5 μ	med.	5	μ
„ „ media in parte	3 —	4,5 μ	„	3,8	μ
„ cellularum ad basin filorum	2 —	3,5 μ	„	2,8	μ
„ „ media in parte filorum	1,5 —	2,5 μ	„	2	μ
Longitudo filorum cum parte piliformi	48 —	85 μ			

Hab. in montibus Tatry dictis, in lacubus et aquis ex iis defluentibus.

Forma *elongata* nov. form.

Fila formae typicae simillima, sed longiora et tenuiora, flexuosa, basi decumbentia vaginae tenuiores, stratosae, superficie aequales, apice haud laciniatae.

Dimensiones filorum et cellularum:

Latitudo filorum ad basin	3 —	6 μ	med.	4,2	μ
„ „ media in parte	2,5 —	3,5 μ	„	3	μ
„ cellularum ad basin filorum	2 —	3 μ	„	2,5	μ
„ „ media in parte filorum	1,5 —	2,5 μ	„	1,8	μ
Longitudo filorum cum parte piliformi	75 —	160 μ			

Hab. cum typo.

Forma *minor* nov. form.

Fila breviora et tenuiora quam in form. typica, parvos caespites solum inter thallibus *Pleurocapsae aurantiacae* Geitl. formantia.

Dimensiones filorum et cellularum:

Latitudo filorum ad basin	2 —	4 μ	med.	3,5	μ
„ „ media in parte	2 —	3 μ	„	2,6	μ
„ cellularum ad basin filorum	1,2 —	2,5 μ	„	2	μ
„ „ media in parte filorum	1 —	2 μ	„	1,5	μ
Longitudo filorum cum parte piliformi	25 —	40 μ			

Hab. in saxis humidis in montibus Tatry dictis.

Homeothrix fusca nov. sp. kommt in typischer Form in allen oben genannten Standorten vor, sehr oft in kleinen Büscheln zwischen krustigen Thalli von *Pleurocapsa polonica* Racib. und *Pl. minor* Hansg., selten bildet sie selbständige, flache, bis 1 cm breite, etwas krustenförmige, schwarze Überzüge. Ähnlich wächst auch die Form *elongata* nov. form., meistens mit der typischen Form an denselben Stellen, aber öfters kommt sie nur in den Seen 20—100 cm tiefvor, zwischen fadenförmigen Cyanophyceen wie: *Calothrix parietina* Thuret., *C. fusca* Born. et Flah., *Hammatoidea Normannii* W. et G. S. West. und *Schizothrix* sp., als in deren Ablüssen.

Forma *minor* nov. form. wurde auf feuchten Felsen der östlichen Wand des Kocioł Wielkiej Świstówki in der Gruppe Czerwone Wierchy gefunden. Sie wächst also in anderen Standortsverhältnissen und durch ihr Vorkommen auf Kalkfelsen steht sie den aërophytischen Cyanophyceen-Formen nahe.

Kürzere Fäden dieser Form können nicht als Entwickelungstadium anderer Formen angesehen werden, weil die Hormogonien, die sich in diesen kurzen Fäden reichlich bilden, ihre Reife beweisen.

Homeothrix fusca ist der *Hom. balearica* (Born. et Flah.) Lem var. *tenuis* W. et G. S. West. ähnlich, unterscheidet sich samt ihren Formen in den Ausmassen und dem allgemeinen Habitus. *Homeothrix balearica* var *tenuis* W. et G. S. West. kommt in ihrer normaler Form im Tatra-Gebirge nicht selten vor, und ich konnte mir entsprechendes Vergleichsmaterial leicht beschaffen.

Chroococcus niger nov. sp.

Diagnose: Stratus indefinitus, ad 50 μ crassus, submembranaceus, mucosus, nigro-violaceus aut fere hyalinus. Cellulae globosae, sordide aerugineo-viridae, sine membranis 1 — 1,5 μ, cum membranis autem 2 — 3 μ crassae, singulae aut binae vel rarius quaternae. Membranae mediocriter crassae, haud stratosae, nigro-violaceae vel nigrescentes, post gelificationem fere hyalinae.

Hab. in montibus Tatry dictis, ad saxa humida, commune cum *Pleurocapsa aurantiaca* Geitl. et in lacubus ad lapides cum *Pleurocapsa polonica* Racib. et variis cyanophyceis.

Chroococcus niger nov. sp. wächst zwischen oder auf *Pleurocapsa aurantiaca*—und *Pl. polonica*—Thalli, so wie auch zwischen anderen Cyanophyceen, in kleinen, mit blossem Auge nicht sichtbaren, nur bis 50 μ breiten, violetten oder fast schwarzen Gruppen. Die festen, gechichteten Hüllen sind immer stark gefärbt; bei der fortschreitenden Verschleimung entfärben sie sich manchmal gänzlich. Die innersten Zellen der Lager sind gewöhnlich farblos, die anderen sind dagegen manchmal nur von einer Seite gefärbt, von anderer farblos.

Die Erscheinung steht hier wahrscheinlich in enger Beziehung mit der Belichtung. Verschleimende Hüllen färben sich mit Jod (J + KJ) blau; diese Färbung ist mit fortschreitender Verschleimung immer schwächer. Die Hüllen sind auch nicht selten excentrisch gebaut.

Chroococcus niger nov. sp. ist nach dem Habitus dem *Chr. lithophilus* Erceg. ähnlich, jedoch viel kleiner und besitzt anders gebaute Hüllen.

Fundorte in dem Tatra-Gebirge: An feuchten Felsen der östl. Wand des Kocioł Wielkiej Świstówki in der Gruppe Czerwone Wierchy, zwischen *Pleurocapsa aurantiaca* Geitl., in dem Czarny Staw bei Kościelec, in Czarny und Wielki Staw in dem 5-Polskich Stawów-Tal und in Czerwone Stawki Gąsienicowe zwischen *Pleurocapsa polonica* Racib. und anderen Cyanophyceen.

JOS. CARMIN

Independent Biological Laboratories. Tel-Aviv, Palestine.

(entered 7.VIII. 1934).

GROWTH AND VARIABILITY OF WHEAT SEEDLINGS IN CALCIUM NITRATE SOLUTIONS.

The method used in this work is the same as the one used by the author in the published results for magnesium sulphate solutions (1931). The wheat grains (pure line of spring wheat Marquis, Saskatchewan, no. 70, selection no. 313, grown during the summer of 1922 and supplied by the University of Saskatchewan through the kindness of Professor Manley Champlin) were soaked for three hours in distilled water. Selected seeds were then distributed uniformly, furrow-side down, in glass moisture chambers containing two layers of white blotting paper saturated with distilled water. The germinators were placed in a dark chamber in which the temperature was kept fairly constant. The blotting paper was moistened with distilled water once or twice during germination. The seeds were left there for about 24 hours, during which time the primary root attained a length of about 5 mm. They were then transferred to the culture vessels.

Each culture vessel consisted of a glass tumbler with a capacity of about 275 cc. placed in a larger beaker (600 cc.) The mouth of the smaller vessel was covered with a piece

of a paraffined bobbinet tied with a paraffined linen thread. The vessels were filled with the culture solution until the level of the solution in both of them was even with the top of the smaller vessel.

The culture solutions vere made up of Powers-Weightman-Rosengarten's analytical chemicals. The label for calcium nitrate Ca $(No_3)_2$ $4H_2O$ showed the following analysis in percentages; chloride (Cl) 0,001; phosphate (PO_4), 0,000; sulphate (SO_4), 0,015; aluminium (Al), 0,000; barium (Ba), 0,000; heavy metals, 0,000; iron (Fe), 0,000; magnesium and alkali nitrate 0,10. Twenty five germinating seeds which were nearly uniform in appearance were selected and put on the netting of each culture vessel. The cultures were kept under the same conditions as the germinators. The first two days they were covered with an inverted watch glass. With each experiment two control cultures were grown in a balanced solution which contained 0,002 M $MgSO_4$, 0,002 M KH_2PO_4, and 0,002 M $Ca(NO_3)_2$. In addition, a single culture was grown in distilled water obtained from a Barnstead still. Each experiment was terminated when the longest root in the balanced solution had attained a length of about 90 mm. The seedlings of each culture were placed in a killing solution containing 0,2 per cent chromic acid and 0,1 per cent acetic acid dissolved in distilled water. This solution proved to have no contracting influence upon the roots and tops of the seedlings.

Concentrations ranging from 0,0005 M to 0,1200 M were tried. None of them showed any precipitate. For each solution one hundred seedlings were grown, twenty-five in each of four culture vessels. Two of the experiments were carried on simultaneously and the other two individually. The first and second experiment were carried out at a temperature of 19,75° — 21° C, and it took 120 hours before the longest root in the balanced solution attained the required length (of approximately 90 mm). The third experiment was carried out at 13° — 22° C. for 130 hours, and the fourth experiment at 17,50° — 20,75° C. for 126 hours; the results show just as close an agreement between the first, third and fourth experiments, which were carried on separately, as between the first and second one, carried on simultaneously. This indicates that the differences in temperature and other environ-

mental conditions were not large enough to influence significantly the validity of the results of the experiments.

Four measurements were recorded for each seedling: the length of the principal root, the lengths of the two longest lateral roots (one from each side), the length of the longest root, and the length of the top. The results of the measurements for each lot of twenty five seedlings were averaged and recorded. The probable error (P. E.) was computed in two ways: by the usual formula, and also as percentage of the variability coefficient. Finally the correlations between the different organs of the plant as well as between the left and the right side of the plant were calculated for the various solutions used.

RESULTS.

A typical branching of the principal root was observed in all concentrations of calcium nitrate similar to the one in the balanced solution which also contained calcium nitrate, but was not present in tested magnesium sulphate solutions (Carmin 1931). The branching started at a point from 4 to 6 mm from the proximal end of the principal root, and about four branches usually appeared. These rarely exceeded 15 or 20 mm, and never became as long as the principal root itself.

The growth of the roots in distilled water was almost as good as that in the balanced solution as can be seen from tables 1 — 4 and diagram 1. The lowest tested concentration of calcium nitrate 0,0005 M showed no pronounced toxicity as compared with distilled water, but was less (80,7 mm against 92,1 mm.) than in the balanced solutions. It can be seen from diagram 1, that the curves for root growth in the various concentrations of calcium nitrate are fairly smooth with only a slight inconsiderable irregularity at 0,0300 M for the longest root. They fall very rapidly at first, then more and more slowly somewhat similar to the reported case for magnesium sulfate. The means for the length of the left and right lateral roots are approximately the same in all solutions tried, including the distilled water and balanced solution. The principal was approximately as long as the measured laterals in the distilled water, and some 10 mm longer than the la-

terals in the balanced and the different solutions of calcium nitrate. It should be mentioned here that this root was some 5 mm long at the start of the experiment and that at that time no laterals were not apparent at all. If root growth in calcium nitrate be compared with the one in magnesium sulphate the last one is much more toxic to it; the difference beetwen root growth in different concentrations of solutions of these two salts is rapidly rising from 0,0005 M concentrations up to 0,0020 M, falls down up to 0,0040 M and then remains constant for the rest of tested concentrations.

The tops attained in distilled water a length equalling approximately 50 per cent of their growth in the balanced solution. They grew slightly less rapidly in calcium nitrate solutions than in distilled water (Table V). The growth rate was the same for the solutions ranging in concentration from 0,0005 M to 0,0300 M (nearly equal to the one in distilled water), since the curve is horizontal for this range (Diagram 1); above this concentration the growth becomes less and less rapid. If compared with the one in the different concentrations of magnesium sulfate it is less toxic than the last one and difference between both curves keeps on going up starting from the lowest concentration up to the highest one.

The top-root ratio was for distilled water 0.9, for 0,0005 M — 0,8; for 0,0010 M — 0,9; for 0.0020 M — 1,0; for 0,0040 M — 1,3; for 0,0075 M — 1,4; for 0,0150 M — 1,5; for 0,0300 M — 1,4; for 0,0600 M — 1 4; for 0,1200 M — 1,2; for the balanced 1,5. From this could be learned something about the differential toxicity of the different tested concentrations of calcium nitrate to root and top growth relatively; the going up of the ratio shows that the toxicity for roots is getting larger than the one for tops and the going down means the opposite.

The only cases in which correlations were observed are between the longest left lateral root and the longest right lateral root in concentrations of 0,0020 M in which it was certain (0,672 ± 0,05232), in concentration of 0,0040 M in which it was still pronounced (0,847 ± 0,02695) and in the concentrations of 0,0075 M in which it was slight (0,335 ± 0,06961). A slight correlation was also observed between longest root and top in the concentration of 0,0600 M (0,323 ± 0,06071). In

all other tested concentrations of $Ca(NO_3)_2$ solutions as well as in balanced solution and distilled water no correlation whatsoever was observed. This might possibly be explained on the basis of existence of sufficient amounts of food in the seeds themselves for such a stage of seedligs which makes all their parts independent one from the other in their growth. In another one hundred seeds grown in balanced solutions, slight correlation was observed between longest root and top as well as between principal root and top, as can be seen in the mentioned article.

Table VI and VII contain the variability coefficient (C) for roots and tops. The propable error in percentages of C is a fairly constant number which shows that the seeds for this experiment were selected very carefully. The averages for variability coefficients of the longest roots and tops are plotted in Figure 2. This graph shows that the solution in which the seeds are grown has a very pronounced influence upon the variability of seedling growth. The variability coefficient is the lowest in distilled water and in the balanced solution. The variability goes up for roots grown in different concentrations of $Ca(NO_3)_2$ up to 0,0040 M, falls down somewhat for 0,0075 M and 0,0150 M and then goes up constantly up to the strongest concentration tested (0,1200 M). This curve runs absolutely parallel to the one found for the variability of roots grown in different cencentrations of $MgSO_4$ solutions with the only exception that the drop of the curve for $MgSO_4$ solutions was observed in 0,0020 M and 0,0040 M. The case with the variability curve for tops is entirely different: it does not run parallel to the one of roots as observed in $MgSO_4$ solution, but goes up very rapidly up to 0,0040 M where it is much higher than in roots, then falls down very rapidly, and becomes much lower than the one for roots, and reaches finally the position in the balanced solution. Discussion of these very interesting facts of the influence of concentrations of different solutions in which seedlings are grown upon their variability will be taken up latter after more data will be recorded.

TABLE I.

Length of principal roots (in mm) of wheat seedlings in calcium nitrate solutions.

Concentration	First Experiment			Second Experiment			Third Experiment			Fourth Experiment			Average		
	Mean	Prob. Error	P. E in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M
0,0005 M	78,8	1,7	2,2	73,1	1,4	1,9	82,0	3,3	4,0	79,8	1,0	1,3	78,4	1,0	1,3
0,0010 „	68,2	2,3	3,4	63,3	1,3	2,1	—	—	—	78,5	1,8	2,3	70,0	1,2	1,7
0,0020 „	61,0	2,3	3,8	65,3	1,9	2,9	71,4	3,0	4,2	66,0	2,2	3,3	65,9	1,2	1,8
0,0040 „	—	—	—	48,4	2,2	4,5	64,2	3,3	5,1	67,8	2,0	2,9	60,1	1,6	2,7
0,0075 „	45,1	1,8	4,0	47,8	1,7	3,6	47,9	2,1	4,4	42,8	1,6	3,7	45,9	0,9	2,0
0,0150 „	41,1	1,5	3,6	45,4	1,5	3,3	49,3	1,9	3,9	41,5	1,6	3,9	44,3	0,8	1,8
0,0300 „	47,5	0,9	1,9	45,6	1,2	2,6	41,7	2,0	4,8	46,8	1,0	2,1	45,4	0,7	1,5
0,0600 „	47,2	0,9	1,9	45,7	0,8	1,8	44,0	1,0	2,3	44,8	0,7	1,6	45,4	0,4	0,9
0,1200 „	25,0	0,8	3,2	26,7	0,7	2,6	28,0	0,6	2,1	26,2	0,3	1,1	26,5	0,3	1,1
	Mean		Prob. Error		P. E. in % M										
Balanced	84,3		2,6		3,1		84,7	4,1	4,8	91,4	2,3	2,5	85,2	1,8	2,1
	78.5		3,0		3,8		—	—	—	86,7	2,1	2,4			
Dist. Water	67,7		3,3		4,9		61,1	4,1	6,7	75,8	2,9	3,8	68,2	2.1	3,1

TABLE II.

Length of left lateral roots (in mm) of wheat seedlings grown in calcium nitrate solutions.

Concentration	First Experiment			Second Experiment			Third Experiment			Fourth Experiment			Average		
	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M
0,0005 M	71,6	1,6	2,2	68,4	1,3	1,9	70,7	4,4	6,2	72,5	1,4	1,9	70.8	1,2	1,7
0,0010 „	—	—	—	54,5	1,4	2,6	64,7	3,2	4,9	73,2	1,5	2,0	64,1	1,4	2,2
0,0020 „	—	—	—	43,5	1,7	3,9	57,9	3,7	6,4	64,7	1,8	2,8	55,4	1,6	2,9
0,0040 „	—	—	—	33,2	0,5	1,5	—	—	—	65,3	1,7	2,6	49,3	1,8	3,7
0,0075 „	30,2	1,0	3,3	35,9	1,3	3,6	—	—	—	36,4	1,7	4,7	34,2	0,8	2,3
0,0150 „	33,1	1,0	3,0	29,9	0,7	2,3	30,5	2,8	9,2	36,4	1,1	3,0	32,5	1,0	3,1
0,0300 „	34,6	1,1	3,2	30,4	0,7	2,3	37,0	2,3	6,2	—	—	—	34,0	0,9	2,6
0,0600 „	38,0	1,1	2,9	37,9	0,8	2,1	—	—	—	39,3	0,7	1,8	38,4	0,5	1,3
0,1200 „	19,7	0,4	2,0	19,2	0,9	4,7	—	—	—	18,2	0,8	4,4	19,0	0,4	2,1
	Mean		Prob. Error		P.E. in % of M										
Balanced	73,8		0,6		0,8		69,4	2,9	4,5	—	—	—	75,4	1,0	1,3
	79,2		1,6		2,0		77,4	2,6	3,5	77,0	1,8	2,3			
Dist. water	71,7		2,0		2,8		66,1	3,4	5,1	76,4	0,7	0,9	71,4	1,4	2,0

TABLE III.

Length of right lateral roots (in mm) of wheat seedlings grown in calcium nitrate solutions.

Concentration	First Experiment			Second Experiment			Third Experiment			Fourth Experiment			Average		
	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M
0,0005 M	72,2	1,0	1,4	66,1	1,3	2,0	64,4	4,0	6,2	69,6	2,3	3,3	68,1	1,2	1,8
0,0010 „	54,4	1,6	2,9	53,3	1,4	2,6	69,2	3,0	4,3	—	—	—	59,0	1,3	2,2
0,0020 „	—	—	—	40,4	1,6	4,0	—	—	—	64,9	1,7	2,6	52,7	1,6	3,0
0,0040 „	—	—	—	33,0	0,9	2,7	—	—	—	67,1	1,5	2,2	50,1	1,9	3,8
0,0075 „	36,2	2,1	5,8	38,3	1,5	3,9	51,2	2,7	5,3	40,5	1,9	4,7	41,6	1,1	2,6
0,0150 „	32,8	1,0	3,0	32,2	1,4	4,3	38,3	2,4	6,3	31,1	1,5	4,8	33,6	0,9	2,7
0,0300 „	31,5	0,7	2,2	31,1	0,7	2,3	35,7	1,9	5,3	—	—	—	32,8	0,7	2,1
0,0600 „	38,3	0,8	2,1	37,4	0,5	1,3	33,9	1,2	3,5	39,2	0,6	1,5	37,2	0,4	1,1
0,1200 „	19,2	0,5	2,6	19,2	0,5	2,6	19,1	1,0	5,2	20,0	0,8	4,0	19,4	0,4	2,1
	Mean		Prob. Error		P.E. in % of M										
Balanced	70,3		2,4		3,4		63,5	3,3	5,2	77,1	2,6	3,4	72,8	1,0	1,4
	76,3		1,4		1,8		74,8	2,0	2,7	74,8	1,9	2,5			
Dist. Water	75,2		1,0		1,3		65,1	2,6	4,0	76.9	1,3	1,7	72,4	1,2	1,7

TABLE IV.

Length of longest roots (in mm) of wheat seedlings grown in calcium nitrate solutions.

Concentration	First Experiment			Second Experiment			Third Experiment			Fourth Experiment			Average		
	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M
0,0005 M	83,2	1,0	1,2	76,2	1,1	1,4	—	—	—	82,6	1,5	1,8	80,7	0,8	1,0
0,0010 „	72,6	1,8	2,5	66,7	1,1	1,6	—	—	—	83,5	1,3	1,6	74,3	1,0	1,3
0,0020 „	66,1	2,0	3,0	67,8	1,6	2,4	—	—	—	74,6	1,6	2,1	69,5	1,0	1,4
0,0040 „	55,6	2,0	3,6	49,0	2,1	4,3	—	—	—	—	—	—	52,3	1,5	2,9
0,0075 „	49,0	2,1	4,3	51,4	1,8	3,5	—	—	—	47,2	1,7	3,6	49,2	1,1	2,2
0,0150 „	44,6	1,3	2,9	47,4	1,6	3,4	—	—	—	43,3	1,6	3,7	45,1	0,9	2,0
0,0300 „	48,6	0,6	1,2	45,6	1,2	2,6	52,6	0,9	1,7	52,9	1,0	1,9	49,9	0,5	1,0
0,0600 „	47,3	0,9	1,9	46,9	0,6	1,3	45,0	0,7	1,6	45,8	0,5	1,1	46,3	0,3	0,6
0,1200 „	26,2	0,4	1,5	27,4	0,5	1,8	—	—	—	26,2	0,3	1,1	26,6	0,3	1,1
	Mean	Prob. Error	P. E. in % of M												
Balanced	90,7	1,2	1,3				95,3	1,6	1,7	94,4	1,1	1,2	92,1	0,5	0,5
	88,4	1,4	1,6				93,0	1,2	1,3	91,1	1,0	1,1			
Dist. Water	82,5	1,4	1,7				82,8	1,7	2,1	84,9	0,8	0,9	83,4	0,8	1,0

TABLE V.

Length of tops (in mm) of wheat seedlings grown in calcium nitrate solutions.

Concentration	First Experiment Mean	First Experiment Prob. Error	First Experiment P. E. in % of M	Second Experiment Mean	Second Experiment Prob. Error	Second Experiment P. E. in % of M	Third Experiment Mean	Third Experiment Prob. Error	Third Experiment P. E. in % of M	Fourth Experiment Mean	Fourth Experiment Prob. Error	Fourth Experiment P. E. in % of M	Average Mean	Average Prob. Error	Average P. E. in % of M
0,0005 M	63,3	1,6	2,5	65,4	1,1	1,7	66,3	1,0	1,5	71,8	1,6	2,2	66,7	0,7	1,0
0,0010 „	65,6	1,0	1,5	68,3	0,8	1,2	69,7	1,3	1,9	66,5	1,2	1,8	67,5	0,6	0,9
0,0020 „	67,4	1,6	2,4	71,6	0,7	1,0	66,1	1,3	2,0	66,7	1,1	1,6	68,0	0,6	0,9
0,0040 „	70,7	0,9	1,3	64,7	2,1	3,2	64,8	1,6	2,5	70,9	1,1	1,6	67,8	0,8	1,2
0,0075 „	70,4	1,5	2,1	68,4	1,4	2,0	69,9	1,2	1,7	66,8	1,2	1,8	68,9	0,7	1,0
0,0150 „	68,0	1,4	2,1	70,1	1,3	1,9	67,3	1,6	2,4	68,7	0,8	1,2	68,5	0,7	1,0
0,0300 „	66,4	1,6	2,4	63,3	1,1	1,7	67,6	3,7	5,5	70,5	1,1	1,6	67,0	0,6	0,9
0,0600 „	57,0	1,3	2,3	57,3	1,4	2,4	57,3	1,4	2,4	55,7	1,2	2,2	56,8	0,7	1,2
0,1200 „	30,1	0,9	3,0	30,7	0,8	2,6	32,8	1,2	3,7	33,6	0,9	2,7	31,8	0,5	1,6
	Mean		Prob. Error		P. E. in % of M										
Balanced	136,5		1,4		1,0		—	—	—	139,4	1,4	1,0	134,9	1,0	0,7
	133,3		1,4		1,1		—	—	—	130,4	2,7	2,1			
Dist. Water	75,5		0,9		1,2		72,7	1,9	2,6	75,2	0,8	1,1	74,5	0,8	1,1

TABLE VI.

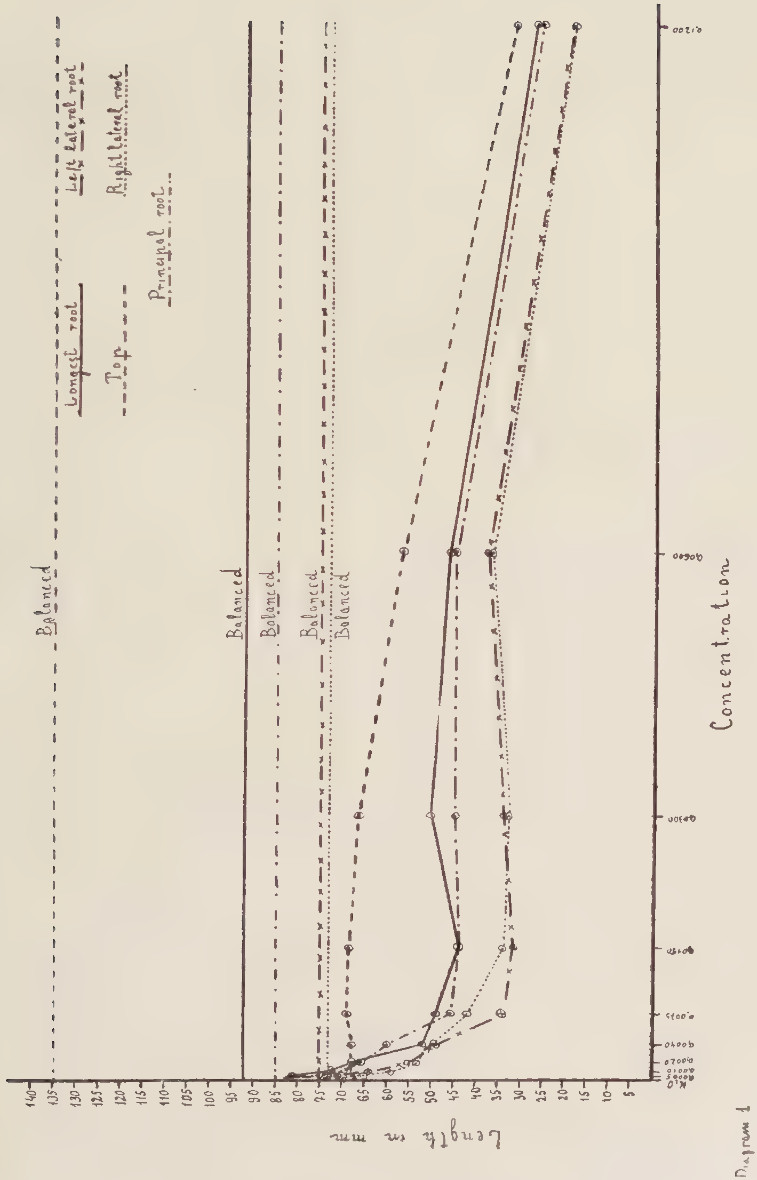
Coefficient of Variability (C) for longest roots.

Concentration	First Experiment			Second Experiment			Third Experiment			Fourth Experiment			Average		
	Coef. of Var.	Prob. Error.	P. E. in % of C.	Coef of Var.	Prob. Error.	P. E in % of C	Coef. of Var.	Prob. Error.	P. E. in % of C	Coef. of Var.	Prob. Error.	P. E. in % of C	Coef. of Var.	Prob. Error.	P. E. in % of C
0,0005 M	9,0	0,9	10,0	10,8	1,0	9,3	—	—	—	13,9	1,3	9,4	12,1	0,7	5,8
0,0010 „	17,9	1,7	9,5	12,1	1,2	9,9	—	—	—	11,3	1,1	9,7	16,8	0,9	5,4
0,0020 „	22,4	2,1	9,4	17,4	1,7	9,8	—	—	—	15,5	1,5	9,7	19,1	1,1	5,8
0,0040 „	27,0	2,6	9,6	31,6	3,0	9,5	—	—	—	—	—	—	29,8	2,0	6,7
0,0075 „	30,4	3,0	9,9	26,7	2,5	9,4	—	—	—	26,9	2,6	9,7	28,3	1,6	5,7
0,0150 „	21,3	2,0	9,4	25,3	2,4	9,5	—	—	—	27,9	2,7	9,7	25,3	1,4	5,5
0,0300 „	9,3	0,9	9,7	19,1	1,8	9,4	13,3	1,2	9,0	14,6	1,4	9,6	15,6	0,7	4,5
0,0600 „	14,0	1,3	9,3	9,0	0,9	10,0	11,3	1,1	9,7	7,9	0,8	10,1	11,0	0,5	4,5
0,1200 „	12,6	1,2	9,5	14,2	1,4	9,9	—	—	—	8,0	0,8	10,0	12,4	0,7	5,6
	Coef. of Var.		Prob. Eror.		P.E. in % of C										
Balanced	10,4		1,0		9,6		12,2	1,2	9,8	8,3	0,8	9,6	10,3	0,4	3,9
	11,2		1,1		9,8		10,0	1,0	10,0	8,2	0,8	9,8			
Dist. Water	12,6		1,2		9,5		15,6	1,5	9,6	7,2	0,7	9,7	12,2	0,7	5,7

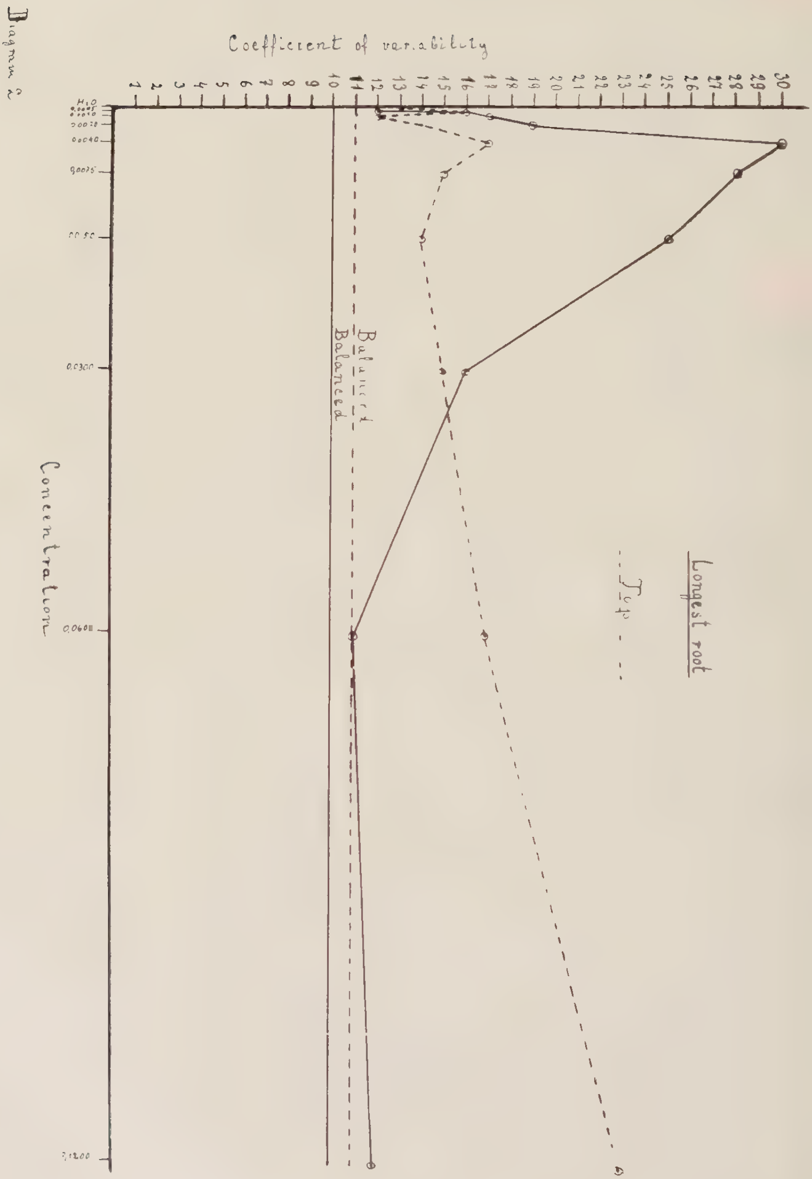
TABLE VII.

Coefficient of Variability (C) for tops.

Concentration	First Experiment: Coef. of Var.	First Experiment: Prob. Error.	First Experiment: P. E. in % of C	Second Experiment: Coef. of Var.	Second Experiment: Prob. Error.	Second Experiment: P. E. in % of C	Third Experiment: Coef. of Var.	Third Experiment: Prob. Error.	Third Experiment: P. E. in % of C	Fourth Experiment: Coef. of Var.	Fourth Experiment: Prob. Error.	Fourth Experiment: P. E. in % of C	Average: Coef. of Var.	Average: Prob. Error.	Average: P. E. in % of C
0,0005 M	19,3	1,8	9,3	12,7	1,2	9,4	11,3	1,1	9,7	16,4	1,5	9,1	16,0	0,8	5,0
0,0010 „	10,8	1,0	9,3	8,6	0,8	9,3	13,9	1,3	9,4	13,1	1,2	9,2	12,1	0,6	5,0
0,0020 „	17,2	1,6	9,3	7,4	0,7	9,5	14,8	1,4	9,5	11,7	1,1	9,4	13,5	0,6	4,4
0,0040 „	9,5	0,9	9,5	24,0	2,3	9,6	18,8	1,8	9,6	11,8	1,1	9,3	17,3	0,8	4,6
0,0075 „	15,9	1,5	9,4	14,8	1,4	9,5	12,9	1,2	9,3	13,3	1,3	9,8	14,5	0,7	4,8
0,0150 „	15,1	1,4	9,3	14,0	1,3	9,3	17,8	1,7	9,6	8,2	0,8	9,8	14,3	0,7	4,9
0,0300 „	18,2	1,7	9,3	13,1	1,2	9,2	42,6	3,9	9,2	11,5	1,1	9,6	14,5	0,7	4,8
0,0600 „	16,9	1,6	9,4	18,5	1,8	9,7	17,8	1,7	9,6	16,5	1,6	9,7	17,4	0,8	4,6
0.1200 „	21,9	2,1	9,6	19,9	1,9	9,5	26,8	2,6	9,7	20,8	2,0	9,6	23,3	1,1	4,7
	Coef of Var.		Prob. Error.		P. E. in % of C										
Balanced	8,0		0,7		8,8		—	—	—	7,3	0,7	9,6	10,6	0,5	4,7
	7,9		0,8		10,1		—	—	—	15,9	1,5	9,4			
Dist. Water	8,5		0,8		9,4		19,7	1,9	9,6	8,1	0,8	9,9	13,2	0,7	5,3


Balanced
Longest root
Top
Left lateral root
Right lateral root
Principal root
Balanced
Balanced
Balanced
Balanced
Length in mm
Concentration
Diagram 1

Ryc. 73.


Diagram 2
Coefficient of variability
Concentration
Balanced
Balanced
Longest root
Top

Ryc. 74

SUMMARY.

A study was made of growth and variability of very young wheat seedlings in a wide range of concentrations of calcium nitrate solutions and the elongation of principal roots, left lateral roots, right lateral roots and tops was studied. The main results follow:

1. Growth of roots as well as tops when plotted against concentrations of calcium nitrate gave fairly smooth curves; for roots—they fall rapidly at first, then more and more slowly with a slight inconsiderable irregularity for the longest roots at 0,0300 M; for tops — growth rate was the same for solutions ranging in concentration from 0,0005 M to 0,0300 M, above which it becomes less and less rapid.

2. Calcium nitrate was found to be more toxic to roots than to tops, and more toxic to lateral roots than to the principal one.

3. Roots grew in distilled water almost as rapidly as in the balanced solution, while tops grew in distilled water only half as rapidly as in the balanced solution.

4. There was no correlation whatever between measured organs in tested solutions of $Ca(NO_3)_2$, balanced and distilled water with the exception of concentrations 0,0020 M up to 0,0075 where there was found some correlation between left lateral and right lateral roots and the concentration of 0,0600 M in which a slight one was observed between longest root and top.

5. Variability coefficients were lowest in distilled water and balanced solution, rose for roots up to 0,0040 M, then dropped up to 0,0150 M and rose again up to 0,1200 M; for tops they rose very rapidly up to 0,0040 M and dropped also very rapidly up to 0,1200 M.

ACKNOWLEDGMENTS.

This opportunity is gladly taken to express indebtedness to Dr Sam F. Trelease, to Mrs Helen M. Trelease, both of the Columbia University, New York, to the late Dr D. Scheinkin of the Independent Biological Laboratories (I. B. L.) and

to S. Carmin of the I. B. L. for different help rendered in preparing and computing the reported work.

LITERATURE CITED.

Carmin J. Growth and variability of wheat seedlings in magnesium sulphate solutions. Bulletin of the Torrey Botanical Club 58: 179 — 190 f 1 — 3, 22 Oct. 1931.

STANISŁAW WÓYCICKI

(*wpłynęło 24.VIII. 1934*).

ZMIENNOŚĆ I WSPÓŁZALEŻNOŚĆ W WYSTĘPOWANIU CUKRÓW I KWASÓW W OWOCACH JABŁONI.

Variabilität und Wechselbeziehung im Auftreten von Zucker und Säure in Äpfeln.

Mimo licznych analiz składu chemicznego owoców pewne zagadnienia nie zostały dotychczas dostatecznie ściśle opracowane i wymagają bądź uzupełnienia, bądź też potwierdzenia otrzymanych dawniej wyników.

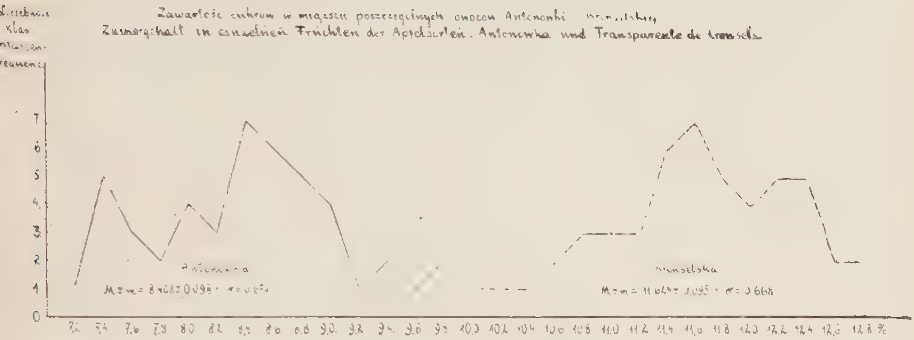
Jednym z takich właśnie zagadnień jest sprawa zawartości cukrów i kwasów w miąższu różnych owoców jednej odmiany, oraz przypuszczalna współzależność w występowaniu obu tych składników.

Według Kulischa (1), który zagadnienie to starał się wyjaśnić, owoce większe zawierają zarówno więcej cukrów jak i kwasów aniżeli drobne. Różnice jednak w wynikach analiz były u wspomnianego badacza bardzo nieznaczne, przyczem nie wszystkie analizy dały jednakowy rezultat; miał bowiem i z takim wypadkiem do czynienia, w którym owoce większe zawierały więcej cukrów a mniej kwasów, co zgadzałoby się z pospolicie rozpowszechnionem mniemaniem, że owoce drobne są w smaku bardziej kwaśne. Z dotychczasowych badań i obserwacji można byłoby wnioskować, że stosunek zawartości cukrów do kwasów jest inny w owocach dużych, inny zaś w małych. Ponieważ obserwacje moje poczynione w czasie badań nad zawartością cukrów i kwasów w owocach

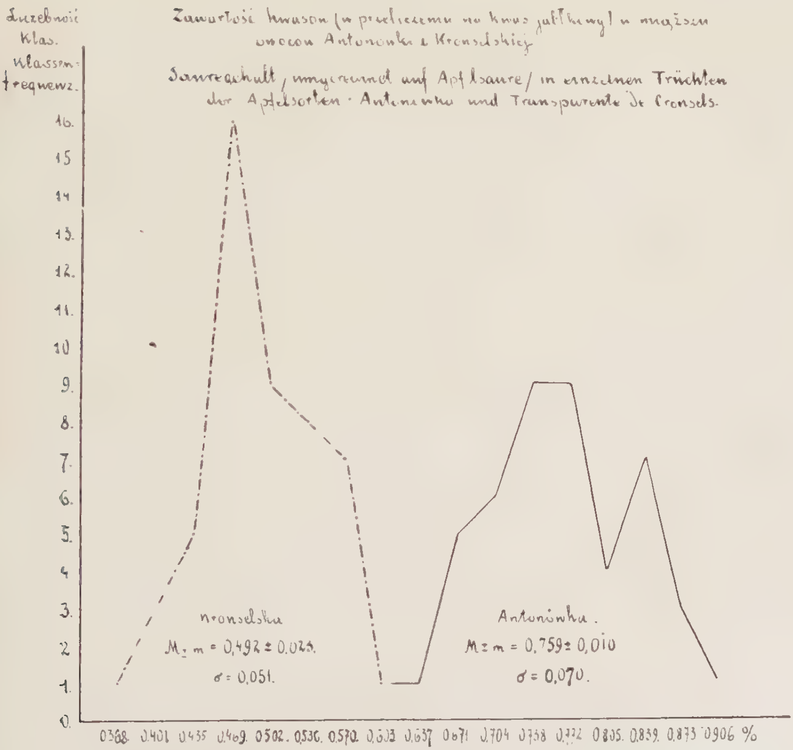
pospoliciej uprawianych u nas odmian jabłoni (2), nie zgadzały się z wynikami prac Kulischa, postanowiłem sprawę tą zbadać raz jeszcze, analizując indywidualnie większą liczbę różnej wielkości jabłek jednej odmiany. W tym celu określiłem zawartość cukrów i kwasów w 50 sztukach jabłek odm. *Kronselskiej (Transparente de Cronsels)* i w 46 sztukach jabłek *Antonówki*. *Kronselską* jako wcześniej dojrzewającą, analizowałem w połowie mniej więcej października, *Antonówkę* w pierwszych dniach listopada. Cukier określałem metodą Bertranda, kwasy przez miareczkowanie NaOH. Materjał do analiz otrzymałem dzięki uprzejmości p. Dr. W. Filewicza z Sadów Sinołęckich, za co składam Mu serdeczne podziękowanie. Owoce *Kronselskiej* bardzo ładnie wykształcone pochodziły z różnych drzew, owoce zaś *Antonówki*, stosunkowo drobne, były zebrane z jednego tylko drzewa. Wyniki analiz przedstawione są na załączonych wykresach. Wskazują one, że zawartość cukrów i kwasów w miąższu poszczególnych owoców danej odmiany ulega stosunkowo niewielkim wahaniom, tak że wyniki analizy przeciętnej próbki dają, jak to stwierdziłem, określenia blizkie średnim wartościom. Owoce *Kronselskiej* zawierają zawsze większe ilości cukrów i znacznie mniej kwasów od owoców *Antonówki*. Zmienność przytem zawartości tych składników była u Kronselskiej, jak na to wskazuje wartość wskaźników zmienności (з), nieco mniejszą od dającej się stwierdzić zmienności w występowaniu cukrów i kwasów u *Antonówki*, mimo że analizowane owoce *Kronselskiej* pochodziły, jak to zaznaczylem powyżej, z kilku conajmniej drzew Sadu Sinołęckiego, podczas gdy *Antonówka* stanowiła plon jednego drzewa, wpływ przeto warunków zewnętrznych powinien być w tym ostatnim wypadku bardziej ograniczonym.

Wysoka zawartość cukrów przy jednoczesnej niewielkiej kwasocie jest powodem, że owoce *Kronselskiej* mają smak wybitnie słodki; stosunek cukrów do kwasów u tej odmiany ma się jak 24:1. Bardziej słodkiemi w smaku zdają się być jedynie owoce *Koszteli*, a to dzięki temu że procentowa zawartość kwasów jest tu wyjątkowo mała. Mimo więc że procentowa zawartość cukrów u *Koszteli*, jak to wykazałem (2), nie jest wysoka, stosunek ich do kwasów ma się u tej odmiany jak 55:1.

Badając stosunek cukrów do kwasów w owocach poszcze-


Zusnergehalt in einzelnen Früchten der Apfelsorten. Antonowka und Transparente de Cronsels
0
1
2
3
4
5
6
7
%

Ryc. 75.


Liczebność Klas.
Klassen-frequenz.
Säuregehalt (umgerechnet auf Apfelsäure) in einzelnen Früchten der Apfelsorten. Antonowka und Transparente de Cronsels.
Kronselska
M ± m = 0,492 ± 0,025.
σ = 0,051.
Antonówka.
M ± m = 0,759 ± 0,010
σ = 0,070.
0.
1.
2
3.
4
5.
6.
7.
8.
9.
10
11.
12.
13.
14
15
16.
0368 0401 0435 0469 0502 0536 0570 0603 0637 0671 0704 0738 0772 0805 0839 0873 0906 %

Ryc. 76.

gólnych odmian stwierdzić można iż jest on nader różny. W owocach jednej i tej samej odmiany daje się skonstatować, wbrew przypuszczeniu Kulischa (jakoby „dass Bildung von Zucker und Abnahme von Säure in reifenden Früchten miteinander in keinem direkten Zusammenhange stehen—l. c. König, Bd. I, str. 859), wyraźną współzależność w występowaniu tych składników. Załączona tabela korelacji wskazuje, że współzależność ma tu charakter ujemny, t.j. że w owocach zawierających większe ilości cukrów zawartość kwasów jest zazwyczaj niższa i odwrotnie, czem mniej zawierają one cukrów tem więcej znajduje się w nich kwasów.

TABELA I.

Współzależność występowania cukrów i kwasów w miąższu owoców *Antonówki*.

Wechselbeziehung zwischen Zucker und Säure in den Früchten der Sorte *Antonowka*.

Antonówka	Zawartość cukrów. Zuckergehalt														Liczebność Summe
Zawartość kwasów—w przeliczeniu na kwas jabłkowy / Säuregehalt umgerechnet auf Apfelsäure	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	
0,603												1			1
0,637										1					1
0,671					1		1			1				2	5
0,704					1		3	1	1						6
0,738		1	1			1	1	1	2	1	1				9
0,772		2	1	1				2	1	1			1		9
0,805				1	1				1			1			4
0,839	1	2	1		1	1	1								7
0,873						1	1	1							3
0,906								1							1
Liczebność Summe	1	5	3	2	4	3	7	6	5	4	1	2	1	2	46

Poszczególne owoce danej odmiany są więc słodsze w smaku nietylko z tego względu że zawierają więcej cukrów, lecz i dzięki temu że zmniejsza się równocześnie w ich miąższu zawartość kwasów.

Równie niesłusznym zdaje się być pogląd, że owoce duże są bardziej słodkie aniżeli drobne. Tabela II wskazywałaby nawet na istnienie wprost odwrotnej współzależności, owoce bowiem większe zawierają jak gdyby zawsze nieco więcej kwasów.

TABELA II.

Współzależność pomiędzy wielkością owoców i zawartością kwasów w ich miąższu.

Wechselbeziehung zwischen der Fruchtgrösse und Säuregehalt.

Antonówka		Zawartość kwasów w miąższu (w przeliczeniu na kwas jabłkowy) Säuregehalt — umgerechnet auf Apelsäure										Liczebność Summe
		0,603	0,637	0,671	0,704	0,738	0,772	0,805	0,839	0,873	0,906	
Wielkość owoców w grm. Fruchtgrösse in grm.	50		1	1	1							3
	60	1		2		2	4		3	1		13
	70			1	2	2	2	1	4	1		13
	80				1	4	2	2		1	1	11
	90			1	2	1	1	1				6
Liczebność Summe		1	1	5	6	9	9	4	7	3	1	46

Z uwagi zaś na to, że istnieje zupełnie wyraźna współzależność w występowaniu cukrów i kwasów, przyczem współczynniki korelacji charakteryzują się znakiem ujemnym, przeto można wnioskować, że owoce większe zawierają w tym wypadku również i mniej cukrów. Wartości współczynników korelacji, gdy chodzi o współzależność pomiędzy wielkością owoców a zawartością w ich miąższu kwasów względnie cukrów są jednak, jak na to wskazują cyfry przytoczone w tabeli III, tak niewielkie że praktycznie biorąc — należy uważać współzależność tą za nieistniejącą; jeśli bowiem nie brać pod uwagę owoców niedokształconych, to prawie równie często zdarzają się owoce słabiej wyrośnięte jak i duże o tej samej zawartości cukrów względnie kwasów w miąższu.

TABELA III.

Wartość współczynników korelacji. — Wert von Korrelationskoeffizienten.

Nazwa odmiany	Pary cech współzależnych		$r \pm m_r$
Antonówka	Zawartość cukrów Zuckergehalt	Zawartość kwasów Säuregehalt	— 0,404 ± 0,121
„	Wielkość owoców Fruchtgrösse	Zawartość kwasów Säuregehalt	+ 0,098 ± 0,147
„	Wielkość owoców Fruchtgrösse	Zawartość cukrów Zuckergehalt	— 0,052 ± 0,147
Kronselska Transparente de Cronsels	Zawartość cukrów Zuckergehalt	Zawartość kwasów Säuregehalt	— 0,662 ± 0,109
„	Wielkość owoców Fruchtgrösse	Zawartość kwasów Säuregehalt	+ 0,082 ± 0,142
„	Wielkość owoców Fruchtgrösse	Zawartość cukrów Zuckergehalt	— 0,046 ± 0,141

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

Badania nad zawartością cukrów i kwasów w miąższu owoców jabłoni, odmian: *Antonówki* i *Kronselskiej*, mające na celu wyjaśnienie czy istnieje jakaś współzależność w występowaniu tych składników w poszczególnych owocach danej odmiany, oraz czy istnieje współzależność pomiędzy wielkością owoców a zawartością w ich miąższu cukrów względnie kwasów, wykazały że:

Owoce rzeczonych odmian, zawierające w miąższu większe ilości cukrów zawierają równocześnie mniej kwasów i odwrotnie. Współzależność ta jest przytem bardzo wyraźną.

Owoce większe zdają się zawierać zazwyczaj nieco więcej kwasów a mniej cukrów aniżeli drobne, wartość jednak współczynników korelacji jest w tym wypadku tak niewielka, że z punktu widzenia praktycznego współzależność ta niema żadnego znaczenia.

LITERATURA.

König J. 1903. Chemie der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel. Bd. I, 4 Aufl.

Wóycicki S. 1933. Badania orjentacyjne nad zawartością cukrów i kwasów w owocach pospoliciej uprawianych odmian jabłoni Acta Soc. Bot. Pol. Vol. X, Nr. 2.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Untersuchungen über Zucker-und Säuregehalt im Fruchtfleisch der Äpfelsorten: *Antonowka* und *Transparente de Cronsels,* welche erweisen sollten, ob eine Wechselbeziehung zwischen dem Auftreten dieser Bestandteile in einzelnen Früchten der gegebenen Sorte besteht, wie auch, ob eine Wechselbeziehung zwischen Fruchtgrösse und Säure - oder Zuckergehalt existiert, haben ergeben, dass:

1 Die Früchte erwähnter Sorten, welche mehr Zucker enthielten, ärmer an Säuregehalt sind und umgekehrt. Diese Wechselbeziehung, wie die auf Tabelle III angegebenen Korrelationskoeffizienten zeigen, ist ganz deutlich.

2. Die grösseren Früchte scheinen etwas mehr Säure und weniger Zucker als die kleineren zu enthalten. Der Wert der Korrelationskoeffizienten ist in diesem Falle aber so klein, dass diese Wechselbeziehung, praktisch genommen, keine Bedeutung hat.

Z. WÓYCICKI.

Aus dem Inst. f. Allg. Botanik
der Universität Warschau.

(eingegangen 30.IX.1934).

ÜBER DIE VON HABERLANDT ENTDECKTEN SPALTÖFFNUNGSABNORMITÄTEN BEI *POPULUS LASIOCARPA*.

In seiner jüngst erschienenen Abhandlung „Zur Physiologie und Pathologie der Spaltöffnungen" macht Haberlandt anlässlich der Darstellung der abnormen Spaltöffnungsapparate von *Populus lasiocarpa* folgende Bemerkung: „Die benachbarten Epidermiszellen (die nicht als Nebenzellen erscheinen) weisen dann an den Rückenwänden der Schliesszellen ansehnliche, stark lichtbrechende Membranverdickungen auf, die ganz geschichtet sind. „Sie zeigen" — führt der Autor weiter aus — „mit Phlorogluzin und Salzsäure keine Rotfärbung, sind also nicht verholzt. Auch handelt es sich nicht um eine schleimige Verdickung" [1]).

Diese äusserst interessante, unzweifelhaft einen pathologischen Charakter tragende Struktur der Spaltöffnungsapparate, sowie der näher unbestimmte Charakter der scheinbar nur in den benachbarten Zellen auftretenden Membranverdickungen waren es, die mich zu einem näheren Studium dieser Erscheinungen veranlassten, umsomehr als ich in der dendrologischen Sammlung des hiesigen Botanischen Universitätsgartens (in Warszawa) ein geeignetes Objekt dafür fand.

---

1) L. c., S. 14. Letzter Satz von mir unterstrichen.

Vor allem konnte ich mich überzeugen, dass in dem mir zur Verfügung stehender Material (August, September) derartige abnorme Spaltöffnungsapparate — wie die nachfolgende Tabelle beweist — sehr oft und zwar nicht nur einzelweise,

Zahl der Spaltöffnungen auf der unteren Epidermis der *Populus lasiocarpa* — blätter (auf 1 mm²).

	Normale Spaltöffnungen	Spaltöffnungen mit einer obliterierenden Zelle	Spaltöffnungen mit zwei obliterierenden Zellen	Gesamtzahl der Spaltöffnungen
	242	107	69	418
	311	69	107	487
	311	107	69	487
	342	69	107	518
	172	69	207	448
	342	107	69	518
	207	69	172	448
	242	107	107	456
	242	34	107	383
	311	69	69	449
	207	69	34	310
	138	34	34	206
	172	107	107	386
	207	138	107	452
	242	107	0	349
durchschnittlich	246	84	91	421

hie und da, sondern stellenweise sogar in ganzen Gruppen vorkamen. Sie fallen schon in Wasser gleich auf (Abb. 77), noch deutlicher werden sie in Javell'scher Lauge sichtbar; in derselben können die glänzenden, stark lichtbrechenden, geschichteten Verdickungen an den Zellmembranem kaum der Beobachtung entgehen (Abb. 81 u. 85 A).

Die Obliterationen der Schliesszellen tragen bei dieser Pappel denselben mannifaltigen Charakter wie bei *Salix (caprea × viminalis) × americana* (Abb. 81 bei Haberlandt). Demnach treten bei *Populus lasiocarpa* — und zwar sogar ziemlich oft — folgeden Anomalien auf: 1) Eine der Schliesszellen wandelt sich in eine gewöhnliche Epidermiszelle um (Abb. 78b); 2) Nur eine der Schliesszellen obliteriert (Abb. 78, 79a, 84, 86); 3) Beide Schliesszellen obliterieren gänzlich (Abb. 77, 80, 81, 85a) u. s. w.

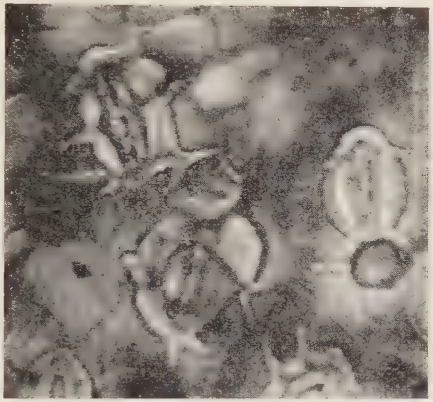


Abb. 77.
Populus lasiocarpa: Pathologische Spaltöffnungsapparate in Leitungswasser. × ± 640.

In sehr vielen Fällen treten in den angrenzenden Zellen gar keine Membranverdickungen auf (Abb. 78, 84, 86). Meistens jedoch bilden die abnormen Spaltöffnungsapparate — in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Haberlandt — den Centralpunkt von Störungen, die sich in dem Auftreten von spezifischen lichtbrechenden Ablagerungen an den Membranen der benachbarten Zellen ausdrücken. Den besten Beweis für diesen Sachverhalt liefern diejenigen Spaltapparate, in denen die Degeneration lediglich eine Schliesszelle umfasst; in derartigen Fällen ist die Bildung der erwähnten Verdickungen ausschliesslich auf das gleich daneben liegende Gebiet beschränkt. (Abb. 79a).

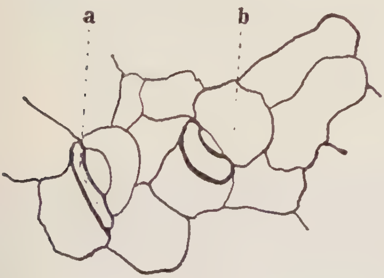


Abb. 78.
Populus lasiocarpa: Zwei Spaltöffnungsapparate. In b Umwandlung einer Schliesszelle in eine gewöhnliche Epidermiszelle; in a Degeneration einer Schliesszelle. × ± 400.

Bei der Obliteration beider Schliesszellen weisen die Ablagerungen denselben Charakter auf, wie auf Abb. 82, (c. d.)

bei Haberlandt bzw. wie auf Abb. 79b der vorliegenden Mitteilung, auf der die Membranverdickungen sogar eine Epidermiszelle verlassen. In zahlreichen Fällen besitzen die erwähnten Ablagerungen eine bohnenförmige (Abb. 80) bzw. polsterförmige Gestalt (Abb. 85a).

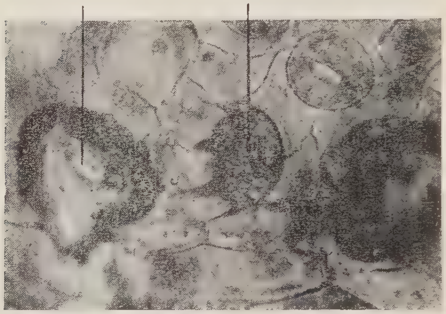


Abb. 79.
Populus lasiocarpa: a) Einseitige Ablagerung in den mit der obliterierten Zelle des Saltöffnungsapparates benachbarten Zellen; b) Mehrseitige Ablagerung. Eine Epidermiszelle in der unmittelbaren Nachbarschaft der absterbenden Schliesszelle unberücksichtigt. $\times \pm 640$.

Sehr oft treten die Membranverdickungen keilartig auf die radiär von den Schliesszellen verlaufenden Membranen über; in diesem Falle erhält dies ganze, von der glashellen Substanz überschwemmte Gebiet, eine sternartige Form (Abb. 81).

Über die hier vorherrschenden Verhältnisse unterrichtet am besten ein Querschnitt durch das Blatt. Aus demselben folgt, dass die Spaltöffnungsapparate von *Populus lasiocarpa* unter die Kategorie IV von Hryniewiecki einzurechnen

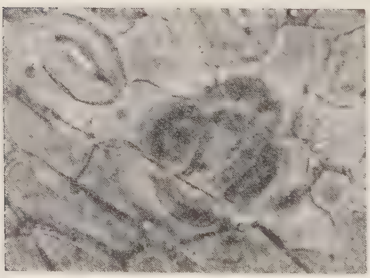


Abb. 80.
Populus lasiocarpa: Bohnenförmige Ablagerungen auf den Membranen allen dem obliterierten Spaltöffnungsapparat angrenzenden Zellen. Präparat in Korallinsoda. $\times \pm 640$.



Abb. 81.
Populus lasiocarpa: Ablagerungen in mit Eau de Javelle behandelten Zellen. $\times \pm 640$.

ist[1]). Die Nebenzellen bilden hier in der Regel unterhalb der Schliesszellen Ausbuchtungen (Abb. 82a, b, c), die die nach aussen führende Mündung der inneren Atemhöhle stark verengen. In den normal ausgebildeten Spaltapparaten liegt in diesen Ausbuchtungen gewöhnlich der Kern, in den degenerierenden Spaltapparaten dagegen ist die betreffende Ausbuchtung von einer glänzenden Substanz ausgefüllt (Abb. 82a).

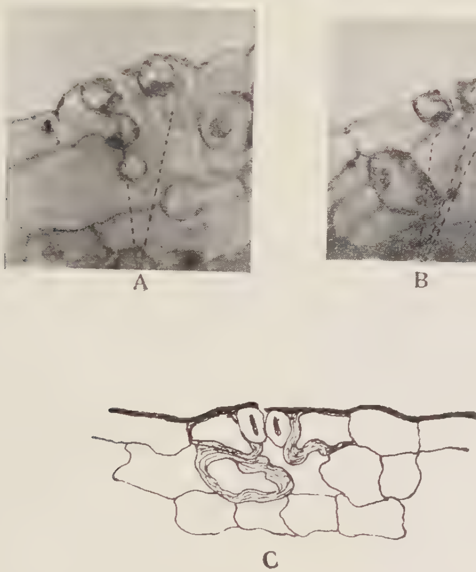


Abb. 82.
Populus lasiocarpa: Querschnitte durch die obliterierten Spaltöffnungsapparate. A und B $\times \pm 640$, C $\times \pm 400$.

Hinzufügend möchte ich bemerken, dass an der Abschliessung oder starken Verringerung der inneren Atemhöhle ebenfalls Parenchymzellen teilnehmen und zwar dadurch, dass sie entweder bloss in der Richtung der Atemhöhle wuchern (Abb. 82c) oder unter die ausgebuchteten Teile der Nebenzellen vorrücken und so den Spalt schliessen. In den degenerierenden Apparaten sind sowohl hier wie dort grössere bzw. kleinere Wandbeläge aus einer glashellen Substanz vorhanden (Abb. 82c).

---

[1]) Hryniewiecki, B. 1914, S. 556.

Der Prozess der Ablagerung der oben genannten Substanz ist jedoch nicht immer bloss auf das Gebiet der Nebenzellen beschränkt. Der hier seinen Ursprung nehmende Impuls kann sich weiter ausdehnen und in diesem Falle bilden sich Stränge (Abb. 83A) bzw. ganze Inseln von Zellen die einseitige (Abb. 83 B, C) (falls die Epidermiszellen am Rande des genannten Gebietes liegen), bzw. mehrseitige (falls die entsprechenden Epidermiszellen tiefer liegen) Membranablagerungen bilden (Abb. 83B).

Die Bildung der gewöhnlich sehr stark lichtbrechenden Substanz ist nicht bloss auf die Epidermisszellen begrenzt;

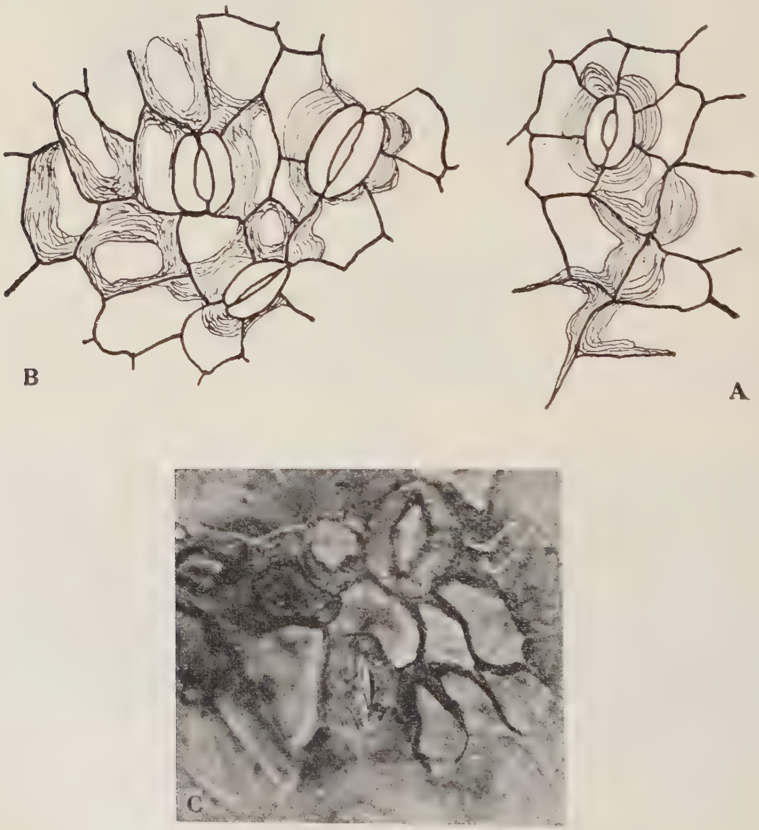


Abb. 83.

Populus lasiocarpa: Stränge (A) bzw. Inseln (B, C) der Zellen der unteren Epidermis mit Ablagerungen der lichtbrechenden Substanz.
A und B × ± 400, C × ± 640.

auch in den dicht der Blattoberfläche angereihten Haaren kommt es zu einer Ablagerung der erwähnten Substanz; an den Querwänden der Haare bilden sich dann Ablagerungen, die keilartig auch auf die Längswände herabfliessen.

*
* *

Was den Charakter der oben erwähnten Substanz anbelangt, so ging meine erste Annahme in Anbetracht der negativen Ergebnisse der Haberlandt'schen Analysen dahin, dass es sich um fetthaltige Substanzen, d. h. um Kutinablagerungen handelt. Alle in dieser Richtung ausgeführten Reaktionen schlugen jedoch fehl, ebenso wie die Proben auf Reservezellulose. Die Sudanprobe erwies bloss das reichlichste Auftreten von Fettsubstanzen in den degenerierenden Schliesszellen und in der nächsten Nachbarschaft derselben (Abb. 84).

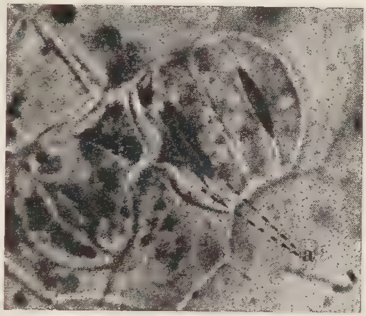


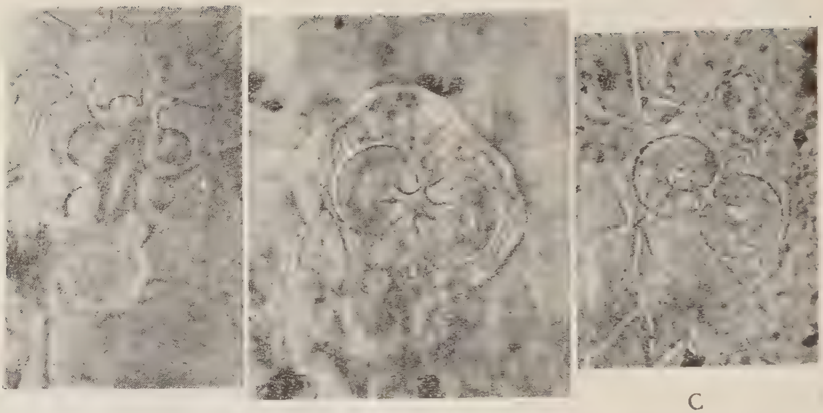
Abb. 84.
Spaltöffnungsapparat von *Populus lasiocarpa*, gefärbt mit Sudan.[1]) Fettkügelchen im Plasma der degenerierenden Schliesszelle (a) und in den angrenzenden Zellen. × ± 1020.

Erst die mikrochemische Probe auf Schleimsubstanzen ergab, dass wir hier eben mit Schleimsubstanzen zu tun haben, und zwar mit Kalloseschleimen. Sie geben — wenn auch nicht ohne gewisse Abweichungen — alle von Molisch (1913), Tunmann (1913) und Schneider (1922) angeführten Reaktionen: sie lösen sich ohne zu quellen in Natron — bzw. Kalilauge, in 30% Lösung quellen sie allerdings anfangs an und lösen sich gänzlich erst bei dem Auswaschen des Präparates. Die Schliesszellen erfahren dann eine sehr starke Biegung und bilden zwei kontagierende Bogen.

Im Ammoniak quellen się ohne sich zu lösen. Korallinsoda ruft eine schöne und charakteristische Färbung hervor, dieselbe kommt jedoch nicht sofort zustande sondern erst nach längerer Einwirkung des Farbstoffes (6 — 12 bzw. 24

---

[1]) Der Apparat *a* erinnert in seiner Struktur ganz an den abnormen Spaltöffnungsapparat von *Hosta ovata* (Linsbauer K., 1931, Abb. 6c).



A B C

Abb. 85.
— A Degenerierter Spaltöffnungsapparat in Eau de Javelle. — B Derselbe Apparat in 30% KOH. — C Derselbe Apparat nebst den angrenzenden Zellen nach Durchspülung mit Leitungswasser. $\times \pm 640$.

Stunden). In den schwach anquellenden Ablagerungen kommt sehr deutlich die Schichtung zum Vorschein; die dünnen Schichten färben sich viel intensiver als die dicken. Wird das Präparat in der Reagenzflüssigkeit länger (einige Tage lang) liegen gelassen, so verschwindet die Schichtung vollständig. Anilinblau färbt die betreffenden Substanzen (nach vorherigem Bade in 3% Essigsäure bzw. Ameisensäure) grünlich, das aber schnell in Himmelblau übergeht, welches sich dann länger erhält. Die Proben auf andere Schleimarten, Pentose — Pektose — und Zulluloseschleime, fielen deutlich negativ aus.

Dieselben Kalloseschleime sind mit jenem „homogenen, stark lichtbrechenden Inhalt" identisch, mit dem zuweilen — wie Haberlandt feststellte — die abgestorbenen Schliesszellen ausgefüllt sind. In den Zellen z. B., die auf Abb. 77 dargestellt sind, verwandelte sich der ganze Zellinhalt in Kalloseschleim; von dem Protoplast bleiben meistens bloss einige körnige unterbrochene Streifen zurück.

Am besten veranschaulicht den Grad sowie den Charakter der Degeneration eine Vitalfärbung mit Neutralrot. In diesem Falle bleiben die degenerierten und mit der Kallosesubstanz ausgefüllten Zellen ungefärbt und glänzend, während

in den lebenden Zellen die grossen rosa gefärbten Vacuolen mit mehreren oder einzeln auftretenden kleineren bzw. grösseren instensiv sich rot färbenden tropfigen Fällungen zum Vorschein kommen.

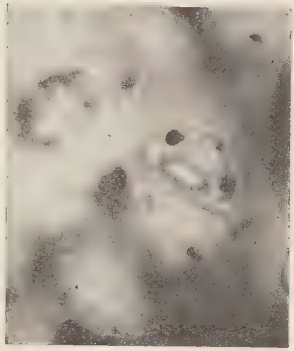


Abb. 86.
Epidermis von *Populus lasiocarpa* in vivo mit Neutralrot behandelt. In den mit der obliterierten Schliesszelle benachbarten Zellen sind keine Substanzablagerungen vorhaden. In der gesunden (normalen) Schliesszelle im Innern der Vacuole, zwei intensiv rotgefärbte Kügelchen. $\times \pm 640$.

Ohne die Frage im Vornhinein entscheiden zu wollen, ob wir die dargestellten Erscheinungen ausschliesslich den „disharmonischen Plasmaverbindungen" — wie Haberlandt[1]) annimmt — oder mit Küster dem „physiologischen Altern"[2]) bzw. irgendwelchen anderen Faktoren[2]) zuzuschreiben haben, darf mit voller Sicherheit festgestellt werden, das wir hier mit Prozessen zu tun haben, die in einer ganz bestimmten Richtung verlaufen und zu einer in dem Auftreten von Kalloseschleimen sich ausdrückenden Degeneration des Protoplasmas führen.

LITERATUR.

Haberlandt G. 1904. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.
— 1934. Sitzber. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl. X.
Hryniewiecki B. 1914. Bull. Acad. Sci. de Cracovie.
Küster E. 1916. Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Jena.
— 1925. „ „ Dritte Auflage. Jena.
— 1929. Pathologie der Pflanzenzelle. Berlin.

---

1) Haberlandt G., 1934, p. 3.

2) Küster E., 1929, p. 141.

3) Linsbauer glaubt, dass die ungleiche Entwicklung beider Schliesszellen (d. h. ein Kollaps einer derselben) darauf zurückgeführt werden kann, dass „...können sich doch Unterschiede in den physiologischen Beziehungen zu den Nachbarzellen geltend machen, die sich der Beobachtung und dem Experiment entziehen, aber doch von tiefgreifenden Folgen begleitet sind so dass ihr endgültiges Schicksal ein recht verschiedenes werden kann". L. c., p. 74. vide auch Küster, 1916, p. 84 — 85 und 1925, p. 111 — 112.

Linsbauer K. 1930. Handb. der Pflanzenanatomie.
— 1931. Ber. der Deutsch. Bot. Ges., 49.
Molisch H. 1913. Mikrochemie der Pflanzen. Jena.
Schneider H. 1922. Die Botanische Mikrotechnik. Jena.
Tunmann O. 1913. Pflanzenmikrochemie. Berlin.

ZOFJA SEMBRAT

Z Instytutu Weterynarji
i Medycyny Doświadczalnej.
Kraków.

(*wpłynęło 12. VII 34 r.*)

O WPŁYWIE KOFEINY NA ZMIANY MORFOLOGICZNE BAKTERYJ BRODAWKOWYCH.

(Influence de la caféine sur les modifications morphologiques des bacteries nodulaires).

Bacterium radicicola w stanie wolnym w ziemi występuje jako krótka laseczka. Jak podaje Thornton i Gangulee (28) podlega ona pewnemu cyklowi rozwojowemu, przechodząc trzy stadja: laseczki niezwakuolizowanej, kokków i laseczki z wakuolami. Wewnątrz brodawek korzeniowych laseczki przekształcają się w bakteroidy i wówczas występuje symbioza pomiędzy rośliną motylkową a *B. radicicola*. Prażmowski (21) na podstawie swych doświadczeń dochodzi do następujących wyników: (str. 101) „Wiązanie azotu wolnego i przerabianie go na związki organiczne uskuteczniają bakteryje, rośliny zaś motylkowe korzystają z tej fizyjologicznej pracy bakteryj". Wskazuje to na fakt, „że największa część nagromadzonego w nich (w brodawkach) azotu znajduje się w postaci bakteroidów czyli przeobrażonych bakteryj, które stanowią główną treść komórek wewnętrznego miękiszu brodawek". Czasem spotyka się również brodawki zawierające tylko zwykłe laseczki, ale takie brodawki są bez znaczenia dla asymilacji azotu przez rośliny motylkowe (brodawki nieasymilujące, według Löhnisa) (13). Ponieważ, jak sądzono, tworzenie się bakteroidów jest ściśle związane z asymilacją azotu z powietrza, starano się wykryć czynniki wpływające na przekształcenie się laseczek w bakteroidy.

Jak wiemy pierwszym, który w czystej kulturze wyhodował i opisał bakterje wyosobnione z brodawek korzeniowych roślin motylkowych był Beijerinck (1888). Otrzymał on jednak w hodowli tylko laseczki, jak i szereg późniejszych autorów, którzy, jakkolwiek widzieli niejednokrotnie formy bakteroidalne, to nie wyhodowane przez siebie, lecz izolowane wprost z brodawek korzeniowych roślin motylkowych. Według Zipfla (32) formy rozgałęzione spotykane przez szereg autorów w brodawkach starszych muszą być uważane za prawdziwe formy inwolucyjne takie, jakie wytwarzają też i inne bakterje w warunkach zewnętrznych niesprzyjających. Formy te zaś nie mają nic wspólnego z właściwemi bakteroidami, które przeciwnie są normalnemi formami rozwojowemi *B. radicicola*.

Jednym z pierwszych autorów, który starał się otrzymać bakteroidy na sztucznem podłożu był Stutzer (26). Pożywka przez niego używana składała się z wodnego wyciągu nasion roślin motylkowych z dodatkiem różnych soli mineralnych lub cukrów. Dodatek soli mineralnych nie wpływał na tworzenie się bakteroidów; przy dodatku zaś $^1/_2$ lub $1^0/_0$ sacharozy otrzymał bakteroidy, podobnie jak Mazé (17a), ale rzadko. Te, które widział były bardzo dobrze wykształcone. W końcu na podstawie swych doświadczeń dochodzi do wniosku, że tylko formy bakteroidalne, jeśli się takie znajdują w niezbyt młodych brodawkach korzeniowych, są przyczyną powstawania form rozgałęzionych na sztucznych podłożach.

Neumann (20) próbował na innych pożywkach niż Stutzer otrzymać formy rozgałęzione i w tym celu użył brodawek bobu, których treścią szczepil różne podłoża płynne, ale zawsze z wynikiem ujemnym. Za to udało mu się otrzymać formy rozgałęzione na takich podłożach jak: mocznik, wyciąg z roślin, z korzeni, z nasion bobu lub z ziemi. We wszystkich wypadkach zaobserwował zbliżone do ziarniaków drobne formy rozgałęzione.

Buchanan (5) stwierdza fakt bardzo doniosły, a mianowicie, że bakteroidy otrzymane ze sztucznych kultur oraz wyizolowane z brodawek korzeniowych, odznaczają się temi samemi kształtami u tych samych gatunków.

Zipfel (32) oraz Barthel (1) każdy osobno, starał się otrzymać bakteroidy na podłożu sztucznym, stałym lub płynnym, kwaśnym lub zasadowym, ale im się to nie udało.

Zipfel (32) systematycznie badał wpływ całego szeregu substancyj w związku z ich oddziaływaniem na rozwój bakteroidów jak n. p. wpływ kwasów organicznych jak: nukleinowego, winnego, mlecznego; substancyj białkowych jak: nutrozy; węglowodanów jak: glukozy, sacharozy; wyższych alkoholi jak: mannitu; aminokwasów jak: leucyny, tyrozyny i asparaginy. Wszystkie te jednak substancje dały wynik ujemny, gdyż znajdował tylko zwykłe laseczki. W końcu użył do doświadczenia połączeń purynowych jak kofeiny, teobrominy, teofiliny, kwasu moczowego, guaniny i guanidyny. Wśród tych połączeń tylko kofeina dawała rezultaty pozytywne w dawkach 1, 2, 3 i 4‰. Najliczniejsze były bakteroidy przy ilości 3‰ kofeiny. Dawka 5‰ kofeiny wstrzymywała całą wegetację. Następnie Barthel (1) częściowo powtórzył i uzupełnił poprzednie doświadczenie Zipfla próbując działania następujących alkaloidów roślinnych: kofeiny (+), guaniny (—), guanidyny (+), pirydyny (+) i chinoliny (+). Dwa ostatnie połączenia znajdują się w roślinach motylkowych. Doświadczenie jego wykazało, że z pomiędzy pięciu użytych do badań alkaloidów, cztery z nich (zaznaczone znakiem +) wpływają na przekształcenie laseczek w bakteroidy, ale w bardzo różnym stopniu. Wśród nich kofeina zajmuje pierwsze miejsce, a trudno jest wytłumaczyć ten jej uderzający wpływ. Widocznie motylkowe jako rośliny najbogatsze w alkaloidy zawierają je w korzeniach w czasie, kiedy w brodawkach tworzą się bakteroidy. Przemawia zatem również i doświadczenie Hiltnera (12), który, hodując B. radicicola na podłożu stałym z dodatkiem wyciągu z motylkowych i z ich korzeni, otrzymał bakteroidy bardzo dobrze rozwinięte. Normalny rozwój bakteroidów w brodawkach motylkowych zależy prawdopodobnie od obecności alkaloidów w korzeniach tych roślin. Z doświadczeń Vogla i Webera (29) przeprowadzonych na łubinie wynika, że istnieje ścisła łączność pomiędzy zawartością azotu i zawartością alkaloidów. Korzystny rozwój łubinu stwierdzili na roślinach odżywiających się przy wydatnej pomocy bakteryj brodawkowych; rośliny te posiadały największą zawartosć alkaloidów, a równocześnie największą zawartość azotu.

Jak Schmidt (23) podaje są dwa poglądy na znaczenie jakie mają alkaloidy dla roślin. Według jednych alkaloidy są spotrzebowane przy kiełkowaniu i w czasie rozwoju młodej

roślinki, do pewnego więc stopnia służą jako substancja odżywcza, — według drugich są uważane jako produkt rozpadu lub materja wydzielona, które to ciała są bez znaczenia dla wzrostu roślin. Doświadczenia wykazały, że drugi pogląd jest słusznym. Według późniejszych spostrzeżeń przynajmniej część alkaloidów musi być uważana jako produkt rozpadu przy przemianie materji w roślinie, którą to część roślina magazynuje, aby jej służyła jako ochrona przeciw owadom lub innym zwierzętom. Wskazują na to miejsca magazynowania tych substancyj najbardziej wysunięte, jak zewnętrzna część korzenia, łupiny nasion, kora i liście. Nie są jednak znane biologiczne funkcje alkaloidów, bo mogą też służyć jako materja zapasowa w procesie asymilacji.

Gamaleia (8), który badał wpływ kofeiny na rozmaite bakterje, postawił hypotezę, że chodzi tu o działanie na ciała nukleinowe komórki. Bazarewski (2 i 3) stwierdza na podstawie doświadczeń, że dwa czynniki wpływają na przekształcenie bakteryj brodawkowych w bakteroidy; pewna kwasowość środowiska, albo obecność pochodnych purynowych. Ponieważ oba te czynniki występują w brodawkach roślin motylkowych, więc przekształcenie laseczek w bakteroidy, uważane przez autora za stadjum przypadkowe, w tym wypadku nabiera cech stałości. Bazarewski w doświadczeniu swym użył teobrominy w ilości 0,05$^0/_0$ i 0,01$^0/_0$, (pod wpływem której bakteroidy się nie tworzyły) oraz kofeiny w ilości 0,1$^0/_0$, 0,5$^0/_0$ i 0,01$^0/_0$. Wytworzone w ten sposób bakteroidy nie są w stanie według autora wiązać azotu wolnego z powietrza.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

W doświadczeniu tem chodzi o przedstawienie cyklu rozwojowego *B. radicicola* na pożywce z dodatkiem kofeiny, oraz o wykazanie zmian morfologicznych jakim ulegają z biegiem czasu wyhodowane na tej pożywce bakteroidy. Inni autorowie przeprowadzali podobne doświadczenia na pożywkach stałych, agarowych z dodatkiem kofeiny; w doświadczeniu zaś opisanem w niniejszej pracy użyto nieco zmodyfikowanej pożywki Ashby'ego, podanej przez Waksmana (31), płynnej, mineralnej, z dodatkiem 0,1$^0/_0$ coffeinum purum, oraz z dodatkiem 5$^0/_0$ zwykłego buljonu bakterjologicznego i 5$^0/_0$

wyciągu z ziemi, gdyż na pożywce w ten sposób zmodyfikowanej *B. radicicola* rozwija się o wiele bujniej.

Skład pożywki: na 1000 cm³ wody, 15 g mannitu, 3 g K_2HPO_4, 0,2 g $MgSO_4$, 0,2 g NaCl, 0,1 g $CaSO_4$, 50 cm³ buljonu, 50 cm³ wyciągu z ziemi, 1 g coffeinum purum. Reakcja tej pożywki była lekko zasadowa (PH 7,5). Do badania jak i do nastawiania odpowiedniego odczynu pożywki używano barwnej skali Michaelisa.

Według jednych autorów jak Barthel (1) odczyn podłoża nie ma wprawdzie najmniejszego związku z tworzeniem bakteroidów, lecz inni stwierdzają istotną zależność tworzenia się bakteroidów od koncentracji podłoża. I tak Stutzer (26) zauważył najliczniejsze bakteroidy na pożywce o odczynie słabo kwaśnym; Mazé (17b) obserwował w hodowlach 24 godzinnych formy rozgałęzione przy dodaniu 1% kwasu winowego lub szczawiowego, ale w temperaturze 35°, a nawet 39—40°; również Śnieszko (27) stwierdza wybitny wpływ koncentracji jonów wodorowych na zmiany morfologiczne u *B. radicicola.* Ponieważ korzenie roślin motylkowych mają reakcję kwaśną, a łącznie z tem bakterje brodawkowe lepiej się rozwijają w środowisku lekko kwaśnym, nastawiono więc dwie serje z powyższą pożywką o dwu różnych odczynach; a mianowicie o koncentracji PH 6,5 i PH 7.0 dla bakterji izolowanych z grochu i koniczyny, a PH 7,0 dla bakterji izolowanych z łubinu, gdyż łubin rozwija się raczej w środowiskach obojętnych, ponieważ kwasota jego soków roślinnych jest mniejsza.

W ten sposób przygotowaną pożywkę rozlano do kolbek 100 cm po 50 cm³ do każdej (na każdą serję doświadczenia przypadło 15 kolbek) — a po wysterylizowaniu szczczepiono kulturą tygodniową bakteryj izolowanych z brodawek korzeniowych łubinu niebieskiego, grochu i koniczyny czerwonej. Kultury użyte do doświadczenia były wyosabniane z brodawek roślin przed dwoma laty i przez ten cały czas trzymane były na pożywce mineralnej bez kofeiny.

Bakterje brodawkowe pochodzące z łubinu, grochu i koniczyny, użyte do doświadczeń, stanowią według ogólnie przyjętej obecnie nomenklatury amerykańskiej (Fred, Baldwin, Mc Coy (7) osobne gatunki nazwane:
Rhizobium trifolii (grupa koniczyny),
Rhizobium leguminosarum (grupa grochu, wyki, soczewicy),
Rhizobium lupini (grupa łubinu, seradeli).

Lubin niebieski, groch i koniczyna czerwona zostały wybrane jako przedstawiciele grup roślin najczęściej u nas spotykanych.

Kolbki zaszczepione wzwyż wymienionemi szczepami B. radicicola trzymane były przez cały czas doświadczenia, które trwało 12 tygodni, w termostacie o temp. 22 — 25⁰ C. Przed zaszczepieniem kolbek zrobiono preparaty gramowe z kultur przeznaczonych do doświadczenia w celu przekonania się raz o ich czystości, powtóre zaś dla porównania morfologji kultur tygodniowych trzymanych stale na pożywce agarowej, mineralnej, z takiemiż kulturami z pożywki kofeinowej. Już na drugi dzień po zaszczepieniu kolbki badano makroskopowo i mikroskopowo, i od tego czasu przez cały ciąg doświadczenia robiono preparaty z początku co drugi dzień, później nieco rzadziej, w celu przekonania się o zmianach morfologicznych, którym ulegają bakterje brodawkowe pod wpływem kofeiny. Z każdej kolbki robiono po trzy preparaty, które barwiono przeważnie fuchsyną rozcieńczoną, niekiedy zaś mieszaniną fuchsyny i błękitu metylenowego Loefflera. W pierwszych dniach doświadczenia z powodu słabego wzrostu bakteryj musiano zawartość kolbek centryfugować.

Dla krótkości bakterje brodawkowe oznaczone są według roślin, z których zostały wyizolowane. Już we wzroście makroskopowym zachodziły między szczepami pewne różnice. A mianowicie łubin rośnie przez pierwsze 10 dni tylko w postaci osadu, a płyn nad osadem jest zupełnie przejrzysty, później pożywka zaczyna mętnieć i w miarę dalszego wzrostu stopień zmętnienia jest coraz silniejszy. Koniczyna i groch rosną od początku w postaci zmętnienia i osadu, w miarę zaś wzrostu zmętnienie jest coraz słabsze, niekiedy ziarniste, osad zaś coraz wyraźniejszy; przy końcu doświadczenia u grochu jest on lekko brunatny, u koniczyny kłaczkowaty i brunatny.

Koncentrację jonów wodorowych na początku i na końcu doświadczenia ilustruje podana tabelka. PH końcowe pożywki podane jest jako średnia z pięciu prób w każdej serji. Jak widzimy z powyższej tabelki koncentracja jonów H przy końcu doświadczenia jest u różnych gatunków roślin różna. Według S i e r a k o w s k i e g o (25) bakterje regulują pH, zakwaszając czy też alkalizując podłoże do stopnia potrzebnego do rozwoju. Początkowe stężenie jonów H ma znaczenie dla początkowej intensywności rozwoju. W doświadczeniu tem

	PH pożywki	
	początk.	końcowe
Łubin niebieski	7,0	7,4
Groch	7,0	7,0
	6,5	6,4
Koniczyna czerwona	7,0	6,0 — 6,2
	6,5	6,0 — 6,2

bakterje brodawkowe wyosobnione z łubinu alkalizują pożywkę, a wyosobnione z koniczyny zakwaszają; bakterje izolowane z brodawek grochu pozostawiają odczyn pożywki bez zmian Potwierdzają ten wynik również i doświadczenia Meviusa (10, czy też autorów cytowanych przez niego Arrhenius, Fred i Davenport, i in.), które wykazały, że brodawki u roślin motylkowych pojawiały się raczej w środowiskach kwaśnych. I tak Arrhenius podaje dla względnego rozwoju brodawek koniczyny i grochu pH 5,0 — 7,0 (optimum pH 6,0, a dla łubinu pH 6,0 — 8,0 (optimum pH 7,0).

Przechodzę teraz do szczegółowego omówienia zmian morfologicznych na podstawie preparatów mikroskopowych.

W doświadczeniu z łubinem już w preparatach z 48^h hodowli można było zauważyć liczne laseczki silnie zabarwione, w przeważającej liczbie posiadające wakuolę. Wakuola ta umieszczona jest albo w środku laseczki, a chromatyna zbita jest wówcza na biegunach, lub też wakuola znajduje się na jednym, a ziarnko chromatyny na drugim biegunie laseczki. Tabl. I. Nr. 1. Te dwa typy zwakuolizowanych laseczek, charakterystycznych dla *B. radicicola* spotyka się u łubinu w ciągu całego doświadczenia. Dopiero pod koniec pierwszego tygodnia oprócz wyżej opisanych dwu typów laseczek zaczynają się pojawiać drobne laseczki rozgałęzione, najczęściej typu „Y", przyczem zdarza się że na wszystkich trzech końcach rozgałęzień znajduje się wodniczka. Spotyka się też czasem laseczki nieco dłuższe niż poprzednie zawierające po kilka (3 — 4) wakuoli. Laseczki posiadające po kilka wodniczek oraz rozgałęzione utrzymują się jednak krótko; bardzo możliwe, że ulegają rozpadowi, a na ich miejsce spo-

tyka się ziarna w dużej ilości, oraz laseczki bardzo drobne, zbliżone do kokków. Laseczki te silnie się barwią, wiele zaś wśród nich posiada wakuolę w środku, a ziarna chromatyny na biegunach. Formy te utrzymują się począwszy od 6 tygodnia, aż do końca doświadczenia. (Tabl. III. Nr. 2 i 3).

W preparatach porównawczych barwionych metodą Grama z kultur tygodniowych z agaru bez kofeiny znajdowano laseczki gramujemne, o końcach zwężonych oraz dużo mniejsze laseczki z wakuolą w środku.

U grochu w pierwszym preparacie, na drugi dzień po zaszczepieniu, spotyka się na ogół bardzo mało laseczek, słabo zabarwionych. W preparatach z pożywki o odczynie PH 6,5 spotykano obok pojedyńczych, małych, równomiernie zabarwionych laseczek, również laseczki dość duże, ziarniste. Już na trzeci dzień, a więc dużo wcześniej niż u łubinu znajdowano wybitną przewagę form dużych, nieregularnych. (Tabl. III. Nr. 4). Oprócz zwykłych laseczek równomiernie silnie zabarwionych spotyka się laseczki z rozszerzonym jednym końcem o plaźmie ziarnistej, nierównomiernie zabarwionej kształtem swym przypominające maczugi, bakteroidy kuliste oraz formy duże wyglądające jak stosunkowo grube laseczki nitkowate.

W obydwu serjach pożywki, a więc przy koncentracji pH 6,5 i pH 7,0 przez pierwsze dwa tygodnie występuje wzrost w formie, której L ö h n i s (16) daje nazwę symplazmy, a w niej drobne ziarenka. W hodowli trzy tygodniowej duże formy nitkowate spotykane uprzednio, ulegają jakby zanikowi, coraz więcej zaś występuje form małych, zwakuolizowanych, oraz luźnych ziarn. W końcu przeważają formy zwakuolizowane różniące się między sobą tylko wymiarami, przy czem chromatyna układa się na końcach laseczki. (Tabl. III. Nr. 5). W dłuższych laseczkach spotyka się po kilka wakuoli. Formy drobne, silnie zwakuolizowane utrzymują się do końca. (Tabl. III. Nr. 6).

W preparatach gramowych z kultury tygodniowej z agaru bez kofeiny spotyka się bardzo drobne laseczki o końcach zaokrąglonych, w środku laseczki znajduje się wodniczka; rzadziej umieszczone są wodniczki na biegunach.

Preparaty z koniczyny z hodowli 48^h wykazują tylko nieliczne słabo jednostajnie zabarwione laseczki. Na trzeci dzień tak jak i u grochu występuje wielka ilość form silnie rozgałęzionych, poskręcanych, gwiaździstych oraz kulistych;

niektóre niejednolicie zabarwione (Tabl. III. Nr. 7). Przy barwieniu mieszaniną fuchsyny i błękitu metylenowego formy nieregularne, duże barwią się fioletowo, małe zaś laseczki silnie czerwono. W drugim tygodniu zaczynają pokazywać się drobne laseczki z wakuolą w środku lub bez, występujące skupieniami. Robi to wrażenie jakby gromady drobnych laseczek pochodziły z jednej substancji macierzystej. Przy tem ilość form rozgałęzionych i dużych kulistych zmniejsza się na korzyść drobnych laseczek silniej się barwiących. Pod koniec piątego tygodnia zmniejsza się również ilość małych laseczek jakby ulegały autolizie, z wydzielaniem ledwie dostrzegalnych ziarenek, których z biegiem czasu jest coraz więcej (Tabl. III. Nr. 8). Podobny rozkład laseczek na ziarniste twory obserwowali również Löhnis i Hansen (14). Do końca doświadczenia w preparatach z pożywki o odczynie PH 7,0 znajdowano w przeważającej liczbie drobne laseczki, niekiedy jakby złożone z 2 — 3 ziarenek; w mniejszej ilości występowały bakteroidy o kształcie kulistym większe i mniejsze oraz nieliczne formy nitkowate, szerokie z ziarnistą chromatyną. Natomiast przy stężeniu pH 6,5 (w którym wzrost jest wogóle bujniejszy) spotkać można bardzo dużo ziarn, ale obok bakteroidów kulistych występują również choć w niewielkiej ilości bakteroidy rozgałęzione z plazmą ziarnistą. Niektóre z nich posiadają ziarna silnie łamiące światło. W preparatach barwionych nawet fuchsyną rozcieńczoną barwią się silnie, bakteroidy zaś bardzo słabo wyglądając wówczas jak cienie. Metodą Moellera na zarodniki ziarna te się nie barwią. Są to najprawdopodobniej formy gonidjalne (Tabl. III. Nr. 9). Zjawisko to niejednokrotnie było omawiane w literaturze. Bazarewski (2), który otrzymał je na pożywce agarowej z kofeiną sądzi, że są to skupienia ciał białkowatych. Wcześniejsi autorowie uważali je za spory, późniejsi zaś opracowując cykl rozwojowy organizmów brodawkowych rozróżniali laseczki, kokki, gonidangja i gonidja.*)

W preparacie porównawczym z kultury tygodniowej z agaru bez kofeiny barwionym metodą Grama znajdowano

*) Autorowie odnośnych prac nie są wymienieni w piśmiennictwie dołączonym do niniejszej pracy, gdyż zajęłoby to za wiele miejsca. Wszystkie odnośne prace cytowane są według monografji Fred, Baldwin i Mc Coy, gdzie zostały należycie rozpatrzone.

laseczki Gram — , drobne, nierównomiernie się barwiące, z silniej barwiącym się ziarnkiem chromatyny na obu biegunach lub w środku; czasem spotykamy trzy lub cztery ziarnka chromatyny.

STRESZCZENIE.

Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że jednak nie wszystkie szczepy bakteryj brodawkowych zachowują się jednakowo na pożywce z dodatkiem kofeiny. A mianowicie bakterje brodawkowe łubinu są przez cały czas doświadczenia drobne; bakteroidy rozgałęzione również drobne; wykształcają się późno i prędko zanikają, a utrzymują się stale laseczki z wakuolą, charakterystyczne dla *B. radicicola*, tylko u różnych szczepów występujące w różnej koncentracji pH. Tak dużych i licznych form rozgałęzionych jak u koniczyny i grochu nie spotyka się całkiem u łubinu. Natomiast szczepy bakteryj izolowanych z brodawek korzeniowych koniczyny i grochu mają naprzód kształt zwykłych laseczek słabo, jednostajnie zabarwionych, niezwakuolizowanych, dość nielicznych, ale już na trzeci dzień laseczki te przekształcają się w bakteroidy bardzo liczne, o formach nieregularnych.

U grochu przechodzą właściwie bakteroidy tylko dwa stadja rozwojowe. Naprzód mają kształt dużych laseczek nitkowatych z plazmą nierównomiernie zabarwioną. Później ulegają zanikowi, a na ich miejsce występują coraz liczniejsze i bardziej zwakuolizowane laseczki, często przybierając formę owalną.

Największą różnorodność form spotkać można wśród bakteroidów koniczyny, a mianowicie bakteroidy kuliste większe i mniejsze, oraz bakteroidy rozgałęzione, poskręcane lub gwiaździste. W drugim mniejwięcej tygodniu ulegają one częściowemu zanikowi i stają się drobniejsze; jednak do końca doświadczenia bakteroidy się utrzymują, a niektóre z nich zawierają wyżej opisane ziarna (możliwe formy gonidjalne).

Wszystkie trzy szczepy *B. radicicola* zachowują się jednakowo pod tym względem, że w drugim tygodniu doświadczenia u wszystkich zaznacza się zmiana morfologiczna bakteroidów. Miejsce typowych bakteroidów zanikających częściowo lub całkowicie zajmują ziarenka pojawiające się w dużej ilości lub bardzo drobne laseczki zbliżone do kokków.

W preparatach gramowych z kultur tygodniowych z agaru bez kofeiny znajdują się u wszystkich trzech szczepów drobne laseczki gramo-ujemne, posiadające jedną lub więcej wakuoli, przeważnie ułożonych biegunowo.

W zakończeniu niniejszej pracy składam serdeczne podziękowanie P. Dr. Stanisławowi Śnieszce za cenne wskazówki, jakoteż za okazywaną mi w ciągu mej pracy koleżeńską życzliwość.

OPIS TABLICY.

Nr. 1. *B. radicicola* wyosobione z łubinu niebieskiego. Preparat z hodowli 48^h, barwiony fuchsyną rozcieńcz. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 2. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z hodowli 6-cio tygodniowej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 3. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z kultury dwu miesięcznej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 4. *B. radicicola* wyosobnione z grochu. Preparat z hodowli czterodniowej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 5. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z kultury 6-cio tygodniowej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 6. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z kultury dwu miesięcznej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 7. *B. radicicola* wyosobnione z koniczyny czerwonej. Preparat z hodowli 6-cio dniowej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 8. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z kultury 6-cio tygodniowej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

Nr. 9. *B. radicicola* jak wyżej. Preparat z kultury dwu miesięcznej, barwiony fuchsyną. Pow. 1 : 1,500.

PIŚMIENNICTWO.

1) Barthel Chr. 1921. Ann. Inst. Past. **35**: 634 — 647.
2) Bazarewski S. 1927. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. **17**: 1 — 34.
3) — 1929. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. **21**: 473 — 484.
4) Białosuknia W. i Klott C. 1923. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. **9**: 288 — 335.

5) Buchanan R. E. 1909. Zentrbl. f. Bakt. II. **23**: 59 — 91. (znane z referatu).

6) Dangeard M. P. 1926. Le Botaniste. Série XVI. Janvier, 1 — 228.

7) Fred E. B., Baldwin I. L., Mc. Coy E. 1932. Root Nodule Bacteria and Leguminous Plants. Univers of Wisconsin Stud. in Science, n°5, Madison, Wis.

8) Gamaleia cytowane według pracy Barthla (1).

9) Gangulee N. 1926. Ann. Appl. Biol. **13**: 244 — 255.

10) Górski M. i Dąbrowska O. 1925. Rocznik Nauk Roln. i Leśn. **14**: 445 — 462.

11) Hiltner L. 1900. Arb. K. Gesamt, Biol. Abt., **1**: 177 — 222 (znane z referatu).

12) Hiltner L. 1900. Zentrbl. f. Bakt. II. **6**: 273. (cytowane według Barthla) (1).

13) Löhnis F. 1926. Vorlesungen über landwirtschaftl. Bakteriologie. Berlin. 1926.

14) Löhnis F. and Hansen R. 1921. Jour. Agr. Researsch (U. S.) **20**: 543 — 556.

15) Löhnis F. and Smith N. R. 1916. Jour. Agr. Researsch (U. S.) **6**: 675 — 702.

16) Mazé M. 1897. Ann. Inst. Past. **11**: 44 — 54.

17 a) — 1898. Ann. Inst. Past. **12**: 1 — 25.

17 b) — 1898. Ann. Inst. Past. **12**: 128 — 155.

18) — 1899. Ann. Inst. Past. **13**: 145 — 155.

19) Mevius W. 1927. Reaktion des Bodens u. Pflanzenwachstum. Die indirekte Beeinflussung der Pflanzen durch die Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft Heft. 11. München. 1927.

20) Neumann P. 1902. Landw. Vers. Sta., **56**: 187—202. (znane z referatu).

21) Prażmowski A. 1890. Rozprawy Wydz. matem. przyrodn. Akad. Umiej. w Krakowie. **21**: 25 — 134.

22) Raabe H. 1922. Przegl. Epidemjol. **2**: 283 — 323.

23) Schmidt E. Pharmazeut. Chemie II. Bd. Organ. Chemie II. Abt.

24) Sierakowski St. 1921. Przegl. Epidemjol. **1**: 549 — 557.

25) — 1923. Med. Dośw. i Społ. **1**: 79 — 97.

26) Stutzer A. 1901. Zentrbl. f. Bakt. II. **7**: 897 — 912.

27) Śnieszko St. 1928. Rozprawy Wydz. matem. przyr. Pol. Akad. Umiej. **68**, Dz. B. nr 9, 1 — 17.

28) Thornton H. G. and Gangulee N. 1926. Roy. Soc. (London) Proc., Ser. B. **99**: 427 — 451.

29) Vogel i Weber. 1922. Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, A. z. II: 85 — 95. (znane z referatu).

30) Waksman S. A. Methoden d. mikrobiol. Bodenforsch. Abt. XI, Teil 3, Heft 5, Handb. d. biol. Arbeitsmeth. pod redakcją Abderhaldena.

31) Waksman S. A. 1927. Principles of Soil Mikrobiology. London, Baillière Tindall and Cox. Rozdziały IV i XXII.

32) Zipfel H. 1911. Zentrbl. f. Bakt. II. **32**: 97 — 137. (znane z referatu).

RÉSUMÉ.

Les expériences faites ont démontré que les souches des bactéries nodulaires ne se comportent pas toutes identiquement sur le bouillon de culture additionné de caféine. Notamment les bactéries nodulaires du lupin restent menues pendant toute la durée de l'expérience; les bactéroïdes ramifiés restent également menus, ils se développent tard pour disparaître vite, tandis que seuls se maintiennent les bacilles à vacuole, caractéristiques pour le *B. radicicola*, qui, cependant apparaissent dans une concentration pH différente pour les diverses souches. On ne rencontre jamais pour le lupin des formes aussi grandes et aussi ramifiées que pour le trèfle et le pois. Par contre les souches des bactéries isolées des nodules radicaux du trèfle et du pois commencent par adopter la forme de simples bacilles faiblement mais uniformément colorés, non vacuolisés et assez nombreux; dès le troisième jour ces bacilles se transforment en bactéroïdes très nombreux, de formes irrégulières.

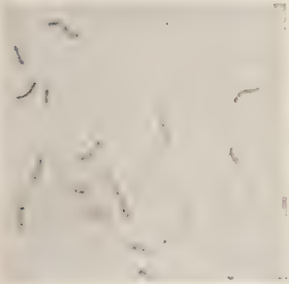
Les bactéroïdes du pois ne passent en vérité que par deux stades de développement. Ils commencent par revêtir la forme de grands bacilles filiformes au plasma inégalement coloré. Plus tard ils viennent à disparaître et sont remplacés par des bacilles de plus en plus nombreux et vacuolisés affectant souvent la forme ovale.

On recontre la plus grande variété de formes parmi les bactéroïdes du trèfle, entre autres les bactéroïdes globuleux plus ou moins grands ainsi que des bactéroïdes ramifiés, tortillés ou étoilés. Au cours de la deuxième semaine ils disparaissent partiellement et deviennent plus petits; cependant ces bactéroïdes se maintiennent jusqu'à la fin de l'expérience et quelques uns d'entre eux contiennent les grains décrits plus haut (ce sont probablement des formes gonidiales).

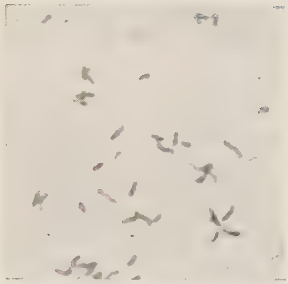
Les trois souches de *B. radicicola* se comportent identiquement quant à l'apparition chez chacune d'elles de modifications morphologiques des bactéroïdes au cours de la deuxième semaine d'expériences. La place des bactéroïdes typique disparaissant partiellement ou en totalité est occupée par les granules apparaissant en grande quantité ou par des bacilles très menus rapprochés des coques.

Des cultures d'une semaine sur agar-agar, sans caféine, donnent dans les trois souches de menus bacilles de Gram—, possédant une vacuole ou davantage, disposée pour la plupart polairemont

Institut vétérinaire et de Médicine expérimentale de Cracovie.



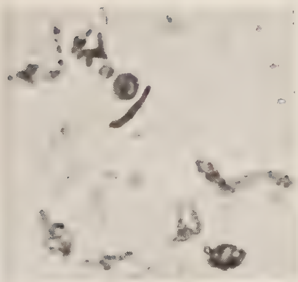
Nr. 1



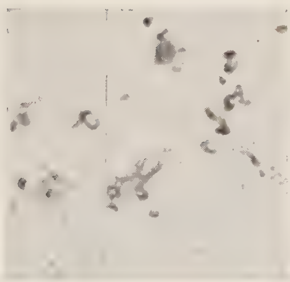
Nr. 2.



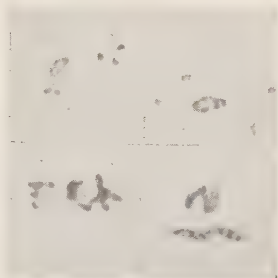
Nr. 3.



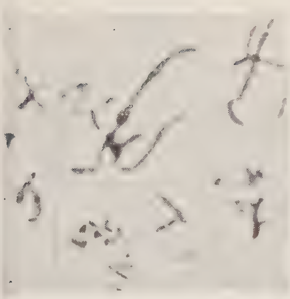
Nr. 4.



Nr. 5.



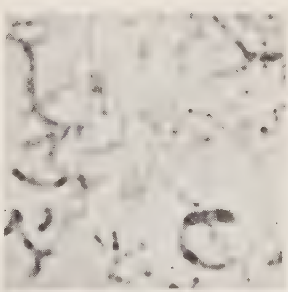
Nr. 6.



Nr. 7.



Nr. 8.



Nr. 9.

Zofja Sembrat

Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. XI. № 4. 1934.

ZOFJA BECKEROWA
Institut für allg. Botanik der Univ. Warschau.

ZYTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEN TRICHOCYSTEN VON *STRATIOTES ALOIDES* L.

Einleitung.

Mit den Trichocystenzellen von *Stratiotes aloides* wurde ich im 1928 J. aus Anlass meiner Untersuchungen über die Anatomie der Wasserpflanzen bekannt. Als erster wurde Kny (1878) auf diese Trichocystenzellen aufmerksam, ging jedoch mangels entsprechender Mittel in eine nähere Analyse derselben nicht ein. Immerhin fielen ihm die genannten Zellen gleich auf und zwar infolge ihrer beträchtlichen Ausmasse sowie ihres reichen Plasmainhaltes und insbesondere infolge des Auftretens von korallenartig verzweigten, ungleichmässig dicken Ausstülpungen an der Basalwand der Zellen, die ähnliche Farbstoffreaktionen wie die Zellwände aufwiesen. Den feineren Bau dieser Gebilde konnte Kny nicht feststellen. Bei den verwandten Wasserpflanzen, wie *Hydrocharis Morsus ranae* oder *Hydromystria stolonifera*, wurden ähnliche Ausstülpungen nicht gefunden. Eine Beschreibung der Trichocystenzellen von *Stratiotes* fand ich ausserdem — inwieweit mir die betreffende Literatur zugänglich war — in den Arbeiten von Kroemer (1903, S. 22, Abb. 19, Tafel I), Arber (1925, S. 13 und 15—16), und Němec (1930, S. 38).

Kroemers Aufmerksamkeit erregten vor allem die von Kny dargestellten korallenartigen Wandverdickungen;

Kroemer fügt hinzu, dass ähnliche Gebilde auch in den Trichocystenzellen der *Elodea*-Wurzeln auftreten. Die Arbeit von Arber enthält eine schematische Zeichnung der erwähnten Zellen nebst einer allgemeinen Beschreibung [1]. Mehr Einzelheiten enthält das Schema von Nemec.

Auf meinen eigenen Präparaten von der Wurzelspitze und der Wurzelhaargegend konnte ich mich von den ansehnlichen Ausmassen der Trichocystenzellen überzeugen; daneben aber erregten meine Aufmerksamkeit noch die Grösse des Kernes, gewisse besondere Zytoplasmastrukturen, sowie die von den früher erwähnten Autoren bereits beschriebenen Ausstülpungen an den Zellwänden. Ich stellte mir daher die Untersuchung der hier auftretenden protoplasmatischen Strukturen, und zwar nicht nur auf fixiertem Material, sondern vor allem mittels vitaler Beobachtungen, zur Aufgabe, umsomehr, als das genannte Objekt in Anbetracht der Grösse seiner Zellen sowie ihres spezifischen Charakters [2] viel Wesentliches zur Frage des Verhaltens und der Rolle gewisser Protoplasmateile, während der verschiedenen Lebensprozesse der Zelle, beizutragen versprach.

Die folgenden Beobachtungen, ausschliesslich auf lebendem Material ausgeführt, enthalten eine Darstellung der morphologischen Verhältnisse in den Trichocystenzellen von *Stratiotes.* Sie bilden nur einen Teil einer geplanten grösseren biozytologischen Arbeit über die erwähnten Elemente.

Methodisches.

Für meine Untersuchungen bediente ich mich frischer, aus natürlichen Standorten bzw. aus den Bassains des Warschauer Botanischen Gartens stammender Wurzeln von *Stra-*

---

[1] „The piliferous layer is at a rudimentary stage for it is still covered by the root cap..., but the cells which are destined to form root-hairs... are already distinguihable by their large nuclei and rich contents. Their later development offers one or two curious features. Before they protrude at all to the exterior, they enlarge so much that they displace the surrounding lagers, and finally, by the divisions of adiacent cells, the base of the root hair comes to be enclosed in a cup-like jacket of small cells. Another peculiarity shown in these drawings is the presence of delicate, simple or branched rods of a highly refractive substance, which arise from the basal wall of the hair-cell and project slightly into its interior" (Arber, 1925 S. 15—17).

[2] „Absorptionszellen" nach Haberlandt, 1918, S. 206.

tiodes aloides. Überdies habe ich, um stets Material zur Hand zu haben, einige Exemplare mitsamt den Wurzeln in Wassergläsern und Kristallschalen im Laboratorium gezüchtet. Für die unmittelbaren Vitalbeobachtungen über den Bau von Zytoplasma und Kern bediente ich mich am liebsten frischer am selben Tage abgeschnittener Wurzeln aus einem natürlichen Standorte. Die mit der Hand bereiteten Längs- bzw. Querschnitte legte ich unmittelbar darauf auf Objektträger in einen Tropfen Leitungswasser bzw. in einen Tropfen Wasser aus dem natürlichen Standort. Im Bedarfsfalle wurde das Wasser durch Lösungen ersetzt, deren Wirkung ausprobiert werden sollte. Die Schnitte wurden entsprechend dick gemacht, um die Wurzelhaarzellen nicht zu beschädigen. Mit Querschnitten habe ich nicht besonders vorteilhafte Erfahrungen gemach, da die Zellen auf denselben sehr rasch zugrunde gehen; nur in einigen Fällen konnte ich auf Querschnitten die Wurzelhaarzellen durch eine längere Zeit verfolgen. Tangentialschnitte bieten dagegen keine Schwierigkeiten; auf diesen erhalten sich die Zellen 24 Stunden lang und länger beim Leben.

Da die Schnitte verhältnissmässig dick sein mussten und die Ausmasse der Zellen ziemlich beträchtlich sind, konnte ich die Zellen nicht in ihrer vollen Tiefe untersuchen, ohne sie der Gefahr der Zerdrückung durch die Immersionsobjektive auszusetzen. Eine derartige Untersuchung ist jedoch infolge der deutlichen Polarität der Zelle unbedingt notwendig, da gewisse Zellelemente, wie der Kern und die Wandausstülpungen, stets in dem tieferliegenden basalen Teil der Zelle liegen. Ich war daher genötigt, das Präparat auf dem Objektträger umzudrehen; auf diese Weise konnte ich den Schnitt sowohl von oben (d. h. von der Epidermisseite) wie aus der Schnittseite beobachten und den Bau der Haarzelle in den verschiedensten Ebenen ihres optischen Schnittes verfolgen, ohne sie der Gefahr des Zerdrückens auszusetzen. Als Beweis für die Vitalität der Zellen dienten mir die Bewegungserscheinungen des Zytoplasmas sowie das Aussehen der einzelnen Zellstrukturen, z. B. des Kernes und des Nucleolus. Nichtdestoweniger traten auf dem untersuchten Material, mit der Zeit, gewisse pathologische Veränderungen auf; sie konnten jedoch immer auf Grund der Beobachtungen bzw. der Veränderungen in der analysierten Zelle festgestellt wer-

den. In den Abschnitten über die einzelnen Zellstrukturen werde ich auf die mit den Bedingungen der Beobachtung im Zusammenhang auftretenden pathologischen Veränderungen näher eingehen.

Da ich die Zellstrukturen sowie das Verhältniss der Haarzelle zu den übrigen Wurzelzellen eingehender zu untersuchen beabsichtigte, habe ich die Zellen mit sauren oder basischen Farbstoffen vitalgefärbt. Die Vitalfärbungsmethode erlaubt uns bekanntlich — dank ihrer Elektivität — gewisse Schlüsse über den physiologischen Charakter verschiedener Elemente des tierischen bzw. pflanzlichen Organismus zu ziehen (Gicklhorn, 1931; Koehring, 1930; Pekarek, 1929 a, b; Weber, 1929). Die an der Basis abgeschnittenen Wurzeln legte ich in die in Schalen vorbereiteten entsprechenden Farbstofflösungen. Nach mehreren Vorproben wählte ich die Konzentration 1 : 5000; die günstigste Dauer der Färbung habe ich auf 4 Stunden bestimmt. Nachher wurden die Wurzeln in reines Wasser übertragen, worauf ich gleich die Schnitte für die Untersuchung vorbereitete. Ich habe —wie daraus zu ersehen— nicht die ganze Pflanze, sondern nur die Wurzeln vitalgefärbt, da ich mich durch entsprechende Proben überzeugen konnte, dass Präparate aus abgeschnittenen Wurzeln ganz dieselben Resultate ergaben wie Präparate, die aus nicht abgeschnittenen Wurzeln hergestellt wurden. Oft habe ich auch nur einzelne Schnitte vitalgefärbt und zwar insbesondere dann, wenn es sich um Färbung des Vacuoms handelte.

Von den übrigen vitalen Untersuchungsmethoden benützte ich die umkehrbare Koagulation von Bělař (1930) mittels verdünnter Essigsäure bzw. die umkehrbare Strukturveränderung mittels verdünntem Ammoniak.

Die hier veröffentlichten Beobachtungen stammen vom Frühling und Sommer 1932 und 1933. Zu meiner Arbeit benutzte ich das Immersionsobjektiv 1/18 von Reichert, und die Leitzschen periplanatischen Okulare 5, 8, 12. Die Mikrophotographien wurden mit der Aufsatzkammer „Makam" von Leitz hergestellt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Zygmunt Wóycicki bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit und dauernde Führung zu grossem Danke verpflichtet.

Eigene Untersuchungen.

A. ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK DER WURZELHAARZELLE.

Die Breite der Wurzelhaarzellen schwankt ziemlich stark und ist von dem Alter der Zelle, d. h. von ihrer Lage abhängig. In der Embryonalzone, näher der Wurzelspitze, beträgt sie 20—30 μ in der Wurzelhaarzone 48—80 μ.

Zu den vitalen Beobachtungen wählte ich Zellen aus verschiedenen Zonen, abgesehen von denjenigen Zellen jedoch, die bereits in lange Wurzelhaare ausgewachsen sind, da sie bei der Herstellung des Präparates meistens beschädigt wurden, was natürlich sofort in dem Zustand des Zellprotoplasten sich auswirkte. Am besten eignen sich zur Untersuchung diejenigen Zellen, welche über die Epidermisoberfläche hinauszuwachsen beginnen. Diese Zellen erinnern in ihrer Form an einen Kegel der mit der breiteren Basis gegen die Achse der Wurzel gerichtet ist. Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung fallen an der unteren basalen Zellwand die verzweigten Ausstülpungen auf. Auf diesen Aus-

TABELLE I.

	Wurzelhaarzelle		Durchmesser in μ	
	Tiefe in μ	Breite in μ	Kern	Nucleolus
	64	36	32	13
	56	36	34	16
	45	24	18	8
	64	40	28	12
	68	40	36	16
	64	40	38	14
	68	48	40	18
	65	48	40	16
	64	24	20	12
	48	40	32	12
	66	52	40	16
	65	48	40	16
	73	40	36	19
	50	60	54	22
Mittelwerte	61,4	41,5	34,8	15

wüchsen liegt der grosse Kern mit dem grossen amöbenartigen Nucleolus. Die obige Tabelle illustriert das Verhältniss zwischen den Ausmassen der Zellen und dem Durchmesser der Kerne und Kernkörperchen.

Zwischen den Auswüchsen, um den Kern herum, und neben der Zellhaut liegen mehr oder weniger dicke Zytoplasmastreifen, die miteinander durch ein Netz winziger Brücken und Fäden verbunden sind; in denselben finden intensive Zirkulationsbewegungen statt. In den Zellen aus der Embryonalzone nimmt das Plasma mehr Raum ein; den Rest des Raumes nehmen die Vacuolen ein. Neben der oberen Zellwand tritt oft ein sphärischer, aus einer glashellen, lichtbrechenden Substanz zusammengesetzter Körper auf.

B. SPEZIELLER TEIL.

1. Das Zytoplasma.

In Anbetracht aller gleich sich einstellenden Vorbehalte in Bezug auf die vitale Struktur des Zytoplasmas, bemühte ich mich alle während der Beobachtungen nacheinander auftretenden Veränderungen in dem Zustande des Zytoplasmas festzuhalten und erst auf Grund dessen über den wirklichen Zustand des Zytoplasmas ein Urteil zu fassen. Vor allem fällt deutlich der Unterschied zwischen dem Verhalten des in dem Basalteile der Zelle liegenden und des an der nachher in das Wurzelhaar hineinwachsenden Zytoplasmas auf. In dem basalen, breiteren Teil der Zelle tritt das Zytoplasma in Form dicker, hyaliner Streifen auf, die miteinander durch kleine Brücken verbunden sind, in denen eine rege Zirkulation der Körnchen stattfindet. Ähnliche Plasmabewegungen treten auch in der Nähe des Kernes und zwischen den Wandauswüchsen auf. Nur wenige Plasmastreifen, und zwar die in der Verlängerung der Wandausstülpungen liegenden, tragen einen mehr festen Charakter und Mikrosomenbewegungen finden in denselben nur selten statt. In diesem Zustande bleibt das Zytoplasma in dem B a s a l teile der Zelle lange Zeit unverändert. Manchmal konnte ich sogar nach 8-stündiger Beobachtung keine deutliche Veränderung dieses Zustandes wahrnehmen. Ganz anders verhält sich das Zytoplasma in dem a p i k a l e n Teil der Wurzelhaarzelle. Hier dege-

neriert das Zytoplasma aüssert leicht. Nach der Schnittführung lassen sich im ersten Momente auch hier Zytoplasmabewegungen feststellen, sie hören aber bald auf, das wandständige Zytoplasma unterliegt völlig der Vacuolisation, die Augen des Netzes erstarren und wir haben vor uns ein typisches Bild einer „vacuoligen oder schaumigen Degeneration" Küster's (1929, S. 143) (Abb. 87). Diesen Unterschied in



Abb. 87.
„Schaumige Degeneration" des Zytoplasmas in dem Apikalteil der Trichocyste Vergr. ± 1000 ×.

dem Verhalten des Zytoplasmas an beiden Polen der Zelle durch den direkten einseitigen Druck des Präparates zu erklären, wäre ganz falsch, da das Zytoplasma sich ganz ebenso verhält unabhängig davon, ob wir den Längsschnitt mit der Zellbasis nach oben oder nach unten legen. Ja, ebenso verhält sich das Zytoplasma auch dann, wenn die Trichocystenzellen über die Linie der Epidermis noch gar nicht hinauswachsen. Dieser Unterschied erklärt sich nur durch den verschiedenen Zustand des Zytoplasmas der seinerseits der

Ausdruck der morphologischen, vor allem aber der physiologischen Polarität der Wurzelhaarzelle ist. Infolge der oben erwähnten Schwierigkeiten vermochte ich an guten und lebenskräftigen Wurzelquerschnitten nie ganz sicher feststellen, wie der Übergang von einer Zytoplasmaart in die andere verläuft. Immerhin konstatierte ich, dass in dem die Zelle auskleidenden Plasma keine irgendwie geartete Schichtung deutlich sichtbar ist. Im Gegensatz zu dem letztens von Pekarek (1932) untersuchten Objekt (Rhizoiden von *Chara*) tritt somit bei den Wurzelhaarzellen von *Stratiotes aloides* eine morphologische Differenzierung des Zytoplasmas nur an den beiden gegenüberliegenden Polen der Zelle deutlich auf.

Der Kern liegt tiefer in dem weniger empfindlichen Zytoplasma; auch hier treten Wandausstülpungen auf. Von zytoplasmatichen Inklusionen kommen hier winzige Mikrosomen und eine gewisse Anzahl von Fettkügelchen vor, die mit Sudan leicht feststellbar sind. Sie können eine ziemlich beträchtliche Grösse erreichen. In dem am oberen Pol liegenden Zytoplasma treten die Fettkügelchen reichlicher auf. Sie bilden Konglomerate (Abb 88), verschmelzen jedoch nie miteinander, was auf eine verhältnissmässig starke Viskosität derselben hinweisen würde. Erst unter der Einwirkung von Sudan III (bei hoher Temperatur) verschmelzen sie miteinander in grössere, sich intensiv färbende Kugeln. Osmiumsäure färbt sie braun. Ausserdem treten neben der Zellwand Aggregate einer glashellen Substanz auf, die auf der Zellwand oft sphärische Auswüchse bilden. Näheres über diese Bildungen siehe unten.

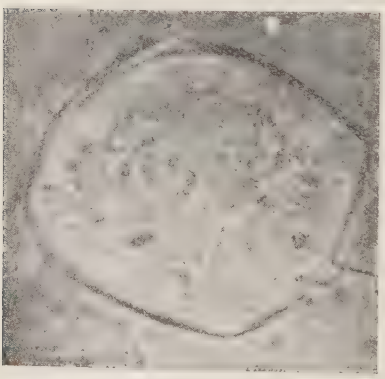


Abb. 88.
Fettkügelchen im Zytoplasma aus dem Oberteil der Zelle.
Vergr. ± 302 ×.

Mit Chondriom - Vitalfarbstoffen erreichte ich bisher kein positives Resultat. Manchmal jedoch begegnet man in dem unteren Teil der Zelle, insbesondere aber in dem circumnucleärem Zytoplasma, gewissen Strukturen die auf Phot. 1 u. 2 Taf. IV abgebildet sind. Wie daraus zu ersehen ist, treten

hier hyaline, fadenförmige, manchmal stark gewundene Gebilde auf. In einem derartig gebauten Zytoplasma finden schwache Bewegungen statt, während der eine Verlagerung der fadenförmigen Gebilde zustandekommt. Vergleichen wir die Phot. 1—2 Taf. IV, die die erwähnten Strukturen in lebenden Zellen darstellen, mit dem Charakter des Zytoplasmas nach Fixierung mit Bouin[1]), so ergibt sich eine gewisse Ähnlichkeit der betreffenden Strukturen.

Um einen besseren Einblick in die hier vorherrschenden Verhältnisse zu gewinnen, führte ich an den lebenden Zellen eine reversible Koagulation mit verdünnter Essigsäure durch (Bělař, 1930). Durch Essigsäure werden in der Tat fadenförmige Strukturen als reversible Erscheinung zum Vorschein gebracht. Gleichzeitig jedoch treten auch auf dem Gebiete des Kernes und des Nucleolus deutliche Strukturen auf. Die Zellen, in denen die erwähnten fadenförmigen Strukturen von selbst auftraten, besitzen vollständig normale Kerne und Kernkörperchen (Phot. 1—2. Taf. IV). Nach mehrfacher abwechselnder Einwirkung von verdünnter Essigsäure und verdünntem Ammoniak auf die lebende Zelle, erhalten wir ein vollkommen ähnliches Bild: deutliche fadenförmige Zytoplasmastrukturen nebst einem ganz normalen, nicht koaguliertem Kern.

Ich muss jedoch betonen, dass trotz manchen Analogien auch gewisse Unterschiede zwischen den Fadenstrukturen der lebenden und der koagulierten (fixierten) Zellen bestehen. In den erstgenannten Zellen erwecken die Fäden den Eindruck von fetthaltigen Myelinsubstanzen, während sie auf dem koagulierten Material eher Rissen oder Spalten ähneln. Immerhin kommen die betreffenden Strukturen auch da, wo sie während der vitalen Beobachtung nicht auftreten, nach der reversiblen Koagulation zum Vorschein. Dieser Umstand hängt anscheinend mit dem spezifischen Charakter der betreffenden Zellen zusammen, deren Zytoplasma die besondere Fähigkeit zur Ausbildung der erwähnten Strukturen besitzt.

Nach den modernen Anschauungen über das „Ergastoplasma", wie sie in dem Handbuch von Guilliermond, Mangenot und Plantefol (1933) ausgedrückt wurden, dürften die erwähnten fadenförmigen Gebilde als „simples

---

[1]) Bei Anwendung von Benda's Fixierlösung treten derartige Strukturen nicht auf.

artifices de préparation, correspondant à des figures d'altération sous l'influence des fixateurs des chondriosomes ordinaires, des plastes ou des vacuoles" aufgefasst werden „peut être aussi, correspondent—elles à des differences de composition chimique dans certaines régions du cytoplasme" (l. c., S. 348). Aus meinen oben dargestellten Untersuchungen sowie aus dem Umstande, dass die erwähnten Strukturen bloss nach gewissen Fixierlösungen zum Vorschein kommen, liesse sich folgern, dass es sich hier um gewisse reversible Strukturen handelt. In welchem Verhältniss dieselben zum Chondriom bzw. Vacuom stehen, kann ich einstweilen nicht sagen; ich zweifle jedoch nicht, dass der Unterschied im Chemismus der einzelnen Zytoplasmapartien hier die wichtigste Rolle spielt. Im Zusammenhang damit wäre es nicht unratsam, hier an die Beobachtungen von Küster (1932) über das Zytoplasma zentrifugierter *Spirogyra*—fäden zu erinnern. Küster beobachtete hier „kleine lokale Plasmaströmchen", die er mit den Allinanten von Meyer (1920, S. 428, Fig. 145) und den Chondriosomen vergleicht, die Mangenot bei *Spirogyra* beobachtete. Aus der Darstellung Küsters folgt, dass diese Plasmaströmchen ganz von Granulakörnchen frei sein können und dass dann diese Plasmabahnen als ein „sehr zartes schwach glänzendes Netzwerk sichtbar sind" (l. c., S. 198). Da es auf Grund der von Küster beigefügten schematischen Skizze leider unmöglich ist—wie es der Autor selbst zugibt—sich eine Anschauung über den Charakter der erwähnten Strukturen bei *Spirogyra* zu bilden, fällt es mir schwer zu entscheiden, inwieweit die von mir beobachteten Strukturen denjenigen Küster's entsprechen, umsomehr, als es ihm unmöglich war „diese zarten Liniensysteme im Lichtbild festzuhalten oder durch eine Handzeichnung zu veranschaulichen" (l. c., S. 198)[1]. Interessante Angaben über ähnliche

---

[1]) „Fig. 4 stellt eine *Spirogyra*—zelledrei Stunden nach der Schleuderbehandlung dar, die Skizze kann aber nur über die Richtung der Strömchen und nicht über ihre optische Erscheinung Auskunft geben: man sieht im Plasmabelag zahlreich Strömchenbahnen — gerade oder gekrümmte; wandernde Granula sind spärlich geworden, und an ausgedehnten Arealen der Zellenoberfläche sind keine Strömchen mehr deutlich erkennbar. Diese lassen sich manchmal mit dem Bilde vergleichen, das oftmals in vielfach gekrümmten Fäden beisammenliegende Stäbchenbakterien zustandebringen; ein ähnlicher Vergleich hat sich bei Betrachtung zarter, plasmatischer

Plasmastrukturen enthält ebenfalls die Arbeit von Zacharias (1888, S. 51—55). Ich möchte noch hinzufügen, dass die auf Photo 1-2 wiedergegebenen Bilder den Plasmaentmischungsbildern von Gicklhorn (1932 a, S. 93, Phot. 1c) nicht ähnlich sind. Ich weiss auch nicht, ob nicht eine gewisse Analogie zwischen unseren Strukturen und diesen, welche Weber (1930) in *Thea* — kronenblättern beschrieben hat, existiert.

Die Vacuolen der Wurzelhaarzellen färben sich mit Vitalfarbstoffen nur mit Mühe, günstigere Resultate sind in jüngeren Stadien möglich. Selektiv färben sich dagegen die Basalzellen, die den unteren, breiteren Teil der Wurzelhaarzelle umfassen, und auf welche Arber ihre Aufmerksamkeit lenkte. Sehr deutliche Bilder in dieser Hinsicht kann man durch vitale Färbung mit Neutralrot erreichen (Photo 13, Tafel IV). Eine ähnliche elektive Färbung von Epidermiszellen, an der Basis von Sekretionshaaren, beobachtete Gicklhorn (1932b, S. 383) bei *Geranium macrorrhizum*.

In den mit Neutralrot gefärbten Vacuolen junger Trichocysten bilden sich oft Niederschläge, die in ihrer Form an die „somatoiden Kristalle" in den Subepidermalzellen der *Ceratophyllum*-blätter erinnern (Gicklhorn, 1929). In unserem Falle liegen aber diese Bildungen bestimmt in den Vacuolen, nicht im Zytoplasma[2]).

2. Die Membranen.

Die Trichocysten von *Stratiotes aloides* eignen sich besonders zur Beobachtung verschiedener Plasmadegenerationserscheinungen, die unzweifelhaft in die Kategorie der „zellulosigen Degeneration" im Sinne Küsters (1925, 1929) einzureihen sind. In dem betreffenden Falle treten sie in dreierlei Form auf: als übermässige, sekundäre Verdickungen der Wurzelhaarmembranen, als Membranauswüchse an der

---

Strömungbilder schon Wigand (1885) aufgedrängt. Auch an die für Chondriosomen entworfenen Zeichnungen wird man zuweilen von den lasmabahnen erinnert". (Küster, 1932, S. 198). Von mir unterstrichen. Vergl. auch Scarth's (1927) „Kinoplasm", seine Phot. 1—4, Taf. III.

[2]) Vgl. diesbezüglich die Aufsätze von Weber (1929) und Guilliermond (1930).

Zellbasis, von denen früher schon die Rede war, und als spezifische glashelle Aggregate im Zytoplasma.

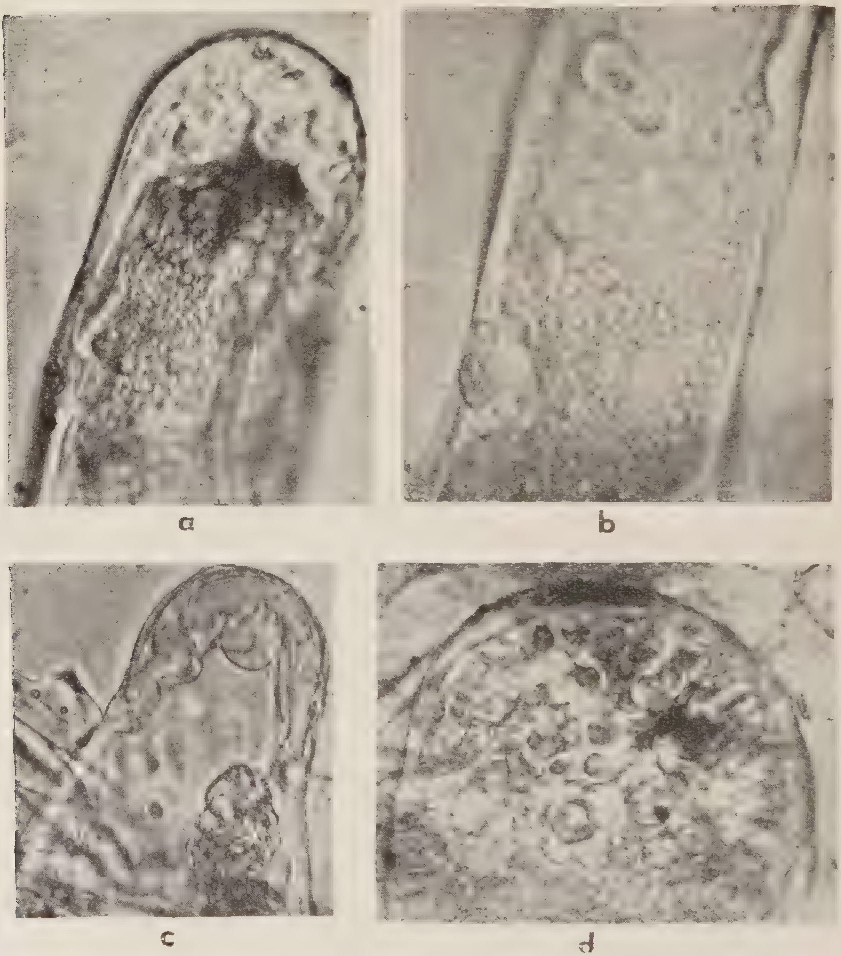


Abb. 89.

„Zellulosige" Degeneration des Zytoplasmas in den Wurzelhaarzellen von *Stratiotes aloides*. Innerhalb der Kallose- bzw. Zellulosemasse eingeschlossene Plasmaportionen. a, b, c — die Wurzelhaare von der Seite gesehen, d — von oben. Vergr. ± 600 ×.

Die Verdickung der Wurzelhaarmembranen, insbesondere auf der Spitze derselben (in der Literatur oft beschrieben), stellt kein besonders günstiges Objekt für vitale Beobachtungen dar, da sie in ausgewachsenen und verhältnis—

mässig langen und daher leicht zu beschädigenden Wurzelhaaren stattfindet. Die Wurzelhaarspitze ist bei *Stratiotes aloides* von einer dicken und eine deutliche Lamellenstruktur aufweisenden Membran bedeckt (Abb. 89). Beinahe als Regel bleiben zwischen den einzelnen Membranlamellen Plasmafragmente eingeschossen, an die sekundär neue Lamellen angelegt werden. (Abb. 89).

Auf frühen Entwicklungsstadien, wenn das Wurzelhaar über die Linie der Epidermis erst hinauszuwachsen beginnt, kann man unterhalb der oberen Zellwand oft glasartige Aggregate bemerken. Sehr charakteristisch ist das Aussehen derselben nach elektiver Vitalfärbung mit Eosin, Erythrosin und Rubin S. Nach meinen Beobachtungen färben die erwähnten Farbstoffe besonders leicht die zentrale Partie der Aggregate. Bei Anwendung von Erythrosin z. B. färbt sich die zentrale, wie eine homogene und kompakte Masse aussehende Zone rot, dann folgt eine körnige, gelbliche Zone; rings um dieselbe liegt wieder eine homogene, aber farblose Zone (Abb. 90). Bei Benützung von Rubin S ist die zu äusserst gelegene, körnige Zone ebenfalls gefärbt. Die Zentralzone ist entweder homogen — wie in dem angeführten Falle — oder, was seltener vorkommt, sie weist einen mehr oder weniger deutlichen radiären Bau auf (Abb. 90, b). Dasselbe trifft auch auf die glashelle, farblose, äussere Zone des Sphäroids zu. Von den ausprobierten Vitalfarbstoffen (Neutralrot, Methylenblau, Kresylbau, Janusgrün, Phenosafranin, Eosin, Erythrosin, Rubin S, Kongorot) färbt bloss Janusgrün die zentralen Partien dieser sphärischen Gebilde, ähnlich wie die sauren Farbstoffe (Abb. 90, c). Aus dem Verhalten der erwähnten Farbstoffe gegenüber den erwähnten Gebilden folgt, dass wir es mit einer Degeneration von zytoplasmatischen Klumpen zu tun haben. (Ridgway, 1913).

Wie mir scheint, erinnern die sekundären Membranverdickungen an den Rhizoiden von *Chara*, die seinerzeit von Zacharias (1889) beschrieben wurden, sehr stark an die sphärischen Gebilde an den Trichocysten von *Stratiotes.* Möglicherweise sind sie mit den Gebilden verwandt, die Küster (1899, 1900, 1932a, 1934) bei den Meeressiphoneen feststellte. Die geschichteten Ringe degenerierten Plasmas auf Phot. 12 a und b bei Küster (1932a) erinnern an die kon-

zentrische Anordnung unserer Sphäroide. Küster färbte dieses degenerierende Plasma mit Ruthenium- und Kongorot.

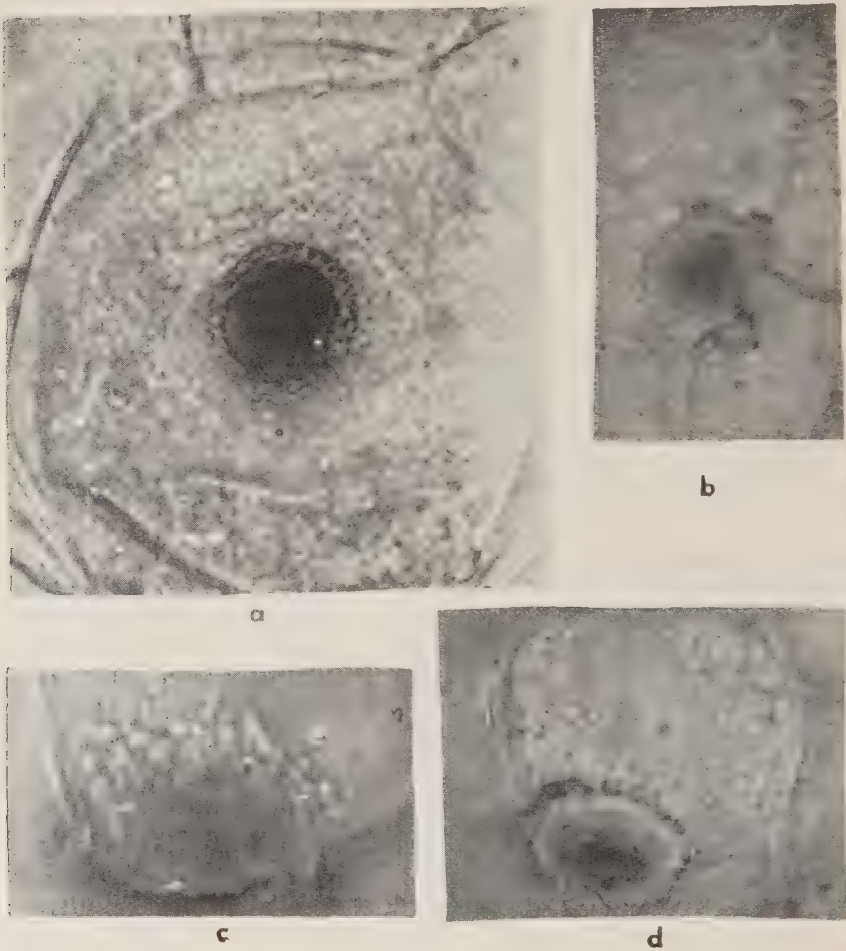


Abb. 90.
Kristallsphäroide aus dem Apikalteil der Trichocyste nach elektiver Vitalfärbung. a und d mit Erythrosin, b — mit Rubin S, c — mit Janusgrün gefärbt. Vergr. ± 600 ×.

Gleichzeitig mit dem Auftreten der Sphäroide an der Spitze der Wurzelhaarzelle, bilden sich auf dem Boden der Zelle die korallenartig verzweigten Membranauswüchse (Abb. 91; Phot. 3 Taf. IV). Auf Grund der ausführlichen Literatur über diesen Gegenstand (siehe Küster, 1929, S. 141—143) darf

angenommen werden, dass die betreffenden Auswüchse durch Erstarrung und Umwandlung entsprechender Plasmabrücken

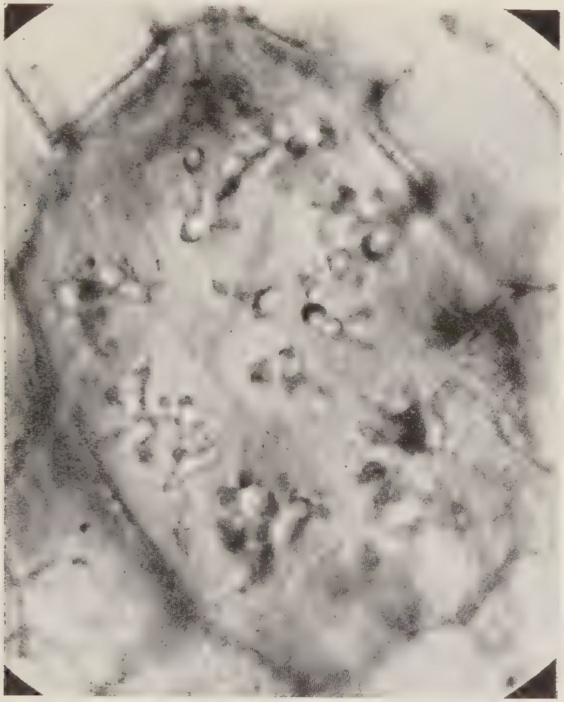


Abb. 91.

Membranauswüchse aus dem Basalteil der Zelle, *in vivo* mit Phenosafranin gefärbt, von der Basalwand der Trichocyste aufgenommen. Vergr. ± 1000 ×.

entstehen. Diesen Prozess vermochte ich allerdings bei *Stratiotes* bishi er nicht zu verfolgen; für eine derartige Annahme sprechen jedoch meine Beobachtungen über die Entstehung analoger Auswüchse in den Wurzelhaarzellen von *Elodea canadensis* (K r o e m e r). Bei dieser Pflanze kann man den Prozess der Erstarrung der Plasmabrücken sowie der Umwandlung einiger Schichten derselben in korallenartig verzweigte, an die Membran angelehnte Auswüchse genau, Schritt um Schritt, verfolgen. Immerhin werfen auch manche Einzelheiten im Bau der betreffenden Auswüchse bei *Stratiotes* ein gewisses Licht auf den Mechanismus der zytoplasmatischen Umwandlungen.

Schon bei vitaler Beobachtung lässt sich feststellen, dass die betreffenden Auswüchse nicht homogen sind. Als ich mit Sudan III die Probe auf Fette auf in Alkohol fixiertem Material durchführte, sah ich auf den Schnitten ganz deutlich, dass das Innere eines jeden Auswuchses mit Zytoplasma ausgefüllt war, innerhalb der eine grosse Anzahl von winzigen Fettkügelchen sich verfärbte (Phot 9—12 Taf. IV). Sehr lehrreich sind in dieser Hinsicht die jungen Stadien dieser Auswüchse, insbesondere von der Basis aus gesehen. Der zylindrische Charakter derselben unterliegt gar keinem Zweifel (Phot. 12, Taf. IV). Durch Vitalfarbstoffe wurde das im Innern der Membranauswüchse liegende Zytoplasma nicht gefärbt (vgl. die Färbung der Sphäroide). Die Feststellung einer derartigen Struktur in den betreffenden Gebilden zwingt uns—wie mir scheint—zu der Annahme, dass das Zytoplasma aus deutlichen Schichten von verschiedenem Charakter zusammengesetzt ist (Linsbauer, 1929).

In gewissen Fällen, wie z. B. auf Abb. 90c, spricht die Entstehung der Aggregate sowie der Sphäroide aus der glashellen Substanz dafür, dass kein grundsätzlicher Unterschied zwischen den korallenartigen Auswüchsen am Zellboden und den Aggregaten an der Zellspitze, besteht. In dem auf Abb. 90c abgebildeten Aggregat ist der Mittelteil mit Janusgrün vitalgefärbt.

3. Der Kern.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Wurzelhaarzellen fällt der grosse Kern mit dem Kernkörperchen auf. In gesunden, in normalen Bedingungen befindlichen Zellen besizt der Kern keine oder nur sehr schwach ausgeprägte Struktur, er ist fast homogen, optisch leer. Von gewissen Differenzierungen abgesehen, besitzt auch der Nucleolus einen ähnlichen Charakter, er bricht bloss stärker das Licht. In Anbetracht ihrer Grösse (vgl. die oben angegebene Tabelle) stellen sowohl der Kern, wie das Kernkörperchen ein sehr geeignetes Material für Untersuchungen an den betreffenden Strukturen dar. Vor allem kann man auf Grund ihres Aussehens, sozusagen, den Gesundheitzustand der Zelle ermitteln. In dem Momente nämlich, in dem die Zelle abzusterben beginnt, kommt im Kern eine flockig-netzartige Struktur zum Vorschein, der Nucleolus erfährt eine starke Vacuolisierung und zieht sich

zusammen, so dass zwischen dem Kernkörperchen und dem Karyotinnetz ein breiter, sehr deutlicher Streifen zurückbleibt (Phot. 5—6 Taf. IV). Einen ganz, bzw. wenigstens sehr ähnlichen, Zustand können wir in den erwähnten Organoïd künstlich mittels der Belar'schen reversiblen Koagulation hervorrufen.

Da über das Verhalten des Nucleolus in Sekretionszellen bzw. Absorptionszellen, abgesehen von den mit fixiertem Material durchgeführten Untersuchungen der Königsberger Schule, bis jetzt nur eine einzige vitale Untersuchung von Linsbauer (1932) vorliegt, schien es mir äusserst interessant, diese Frage an meinem Objekte zu verfolgen.

Die Trichocysten von *Stratiotes aloides* eignen sich in dieser Hinsicht vielleicht besser zur Untersuchung als die Blasenzellen von *Mesembryanthemum*, und zwar aus dem Grunde, dass ihre Kerne unbeweglich im Plasma eingeschlossen sind. Die amöboidalen Bewegungen des Nucleolus, die ich beobachtete, sind, obwohl sie langsam verlaufen, sehr typisch. In einigen Fällen gelang es mir die Knospung des Nucleolus zu verfolgen. Das Kernkörperchen streckt in das Gebiet des Kernes einen pseudopodiumartigen Fortsatz aus (Phot. 8, Taf. IV), der nach einer gewissen Zeit sich allmählich zusammenzieht und im Kerne ein kleines Stückchen Nucleolarsubstanz zurücklässt, das — nach meinen Beobachtungen wenigstens — immer eine kugelige Form besitzt. Im Verlaufe von einigen Stunden schied der Nucleolus einige derartige „Knospen" aus. Ihre Gestalt beweist, dass sie sich aus flüssigen Substanzen zusammensetzen. Ich glaube, dass wir diese amöboidalen Bewegungen des Kernkörperchens „nicht als Ausdruck vitaler Eigenschaften des Nucleolus" (Linsbauer, 1932, S. 6), noch auch als rein mechanische Veränderungen auffassen dürfen. Wahrscheinlich beruhen diese Erscheinungen, wie Linsbauer anzunehmen glaubt, „auf Veränderungen der Oberflächenspannung, die durch den nucleären Stoffwechsel bedingt sind" (Linsbauer, 1932, S. 7). Trotz längerer Beobachtung gelang es mir leider nicht, das weitere Schicksal der erwähnten „Knospen" zu verfolgen. Ebenso fand ich niemals derartige „Knospen" ausserhalb des Kernes (vergl. Marwiński, 1930), beobachtete auch nie die Ausscheidung derart typischer Vacuolen, wie sie gewöhnlich in bereits degenerierenden Nucleolen vorhanden sind (Phot. 5—7,

Taf. IV) (vergl. Linsbauer, 1932 bei *Mesembryanthemum*). Es fragt sich, ob die beobachtete Knospung als Durchschnürung oder Fragmentation des Nucleolus aufgefasst werden kann, oder vielleicht mit der Ausscheidung irgend einer Substanz zusammenhängt. Die vom Pseudopodium im Kerne zurückgelassene Substanz scheint nämlich flüssig zu sein; anderseits lassen sich im normalen Kernkörperchen verschiedene Inclusionen und vacuolartige Gebilde feststellen (Phot. 5, 7. Taf. IV).

Zwecks Erleichterung der Beobachtungen, wie auch um die sich hier einstellenden Zweifel zu lösen, versuchte ich die Nucleolen *in vivo* mittels Pyronin zu färben. Diese Färbung kann nicht als Vitalfärbung betrachtet werden, da sie von rasch fortschreitenden Degenerationsprozessen im Kerne begleitet ist. Das, was ich dabei ermitteln konnte, scheint eher für eine Ausscheidung irgendeiner Substanz aus dem pseudopodialen Fortsatz des Nucleolus, als für die Durchschnürung dieser Fortsätze zu sprechen.

Das beigefügte Phot. 7 Taf. IV stellt das mit Pyronin gefärbte, im Zustande einer weit fortgeschrittenen Degeneration (Vacuolisation) befindliche Kernkörperchen dar. Im Momente der Färbung besass der Nucleolus eine derartige Gestalt, wie wir sie bei jeder „Knospung" beobachten (vergl. Phot. 8 Taf. IV mit Phot. 7). In einem gewissen Momente erfolgte die Kontraktion des Nucleolus und zu gleicher Zeit wurde aus dem pseudopodiumartigen Fortsatz ein Tropfen einer flockigen, mit Pyronin sich ebenfalls färbenden Substanz ausgeschieden (Phot. 7 Taf. IV). Da diese Erscheinung in einer Zelle auftrat, die der schädlichen Einwirkung von Pyronin ausgesetzt war, ist es mir nicht möglich zu beurteilen, ob sie lediglich als Ausdruck der Degeneration auftritt oder doch mit den oben dargestellten Prozessen der „Knospung" in den normalen Zellen in irgendwelcher Beziehung steht.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit berichtet die Verfasserin über die Ergebnisse ihrer Vitalbeobachtungen an den Trichocysten von *Stratiotes aloides*. Die genannten Zellen bieten viel interessantes Material für vitale Untersuchungen dar über:

1) die Struktur des Zytoplasmas,

2) die Zellulosedegeneration des Zytoplasmas,

3) die Rolle, sowie das Verhalten des Nucleolus.

Literatur.

Arber A. 1925. Monocotyledons. Cambrigde, 258 pp.

Bělař K. 1930. Über die reversible Entmischung des lebenden Protoplasma I. Protoplasma, **9**, 209.

Gicklhorn J. 1929. Kristalline Farbstoffspeicherung im Protoplasma und Zellsaft pflanzlicher Zellen nach vitaler Färbung, Protoplasma, **7**, 341.

— 1931. Elektive Vitalfärbungen. Probleme, Ziele, Ergebnisse, actuelle Fragen und Bemerkungen zu den Methoden. Erg. der Biologie, **7**, 551.

— 1932a. Intracellulare Myelinfiguren und ähnliche Bildungen bei der reversiblen Entmischung des Protoplasmas. Protoplasma, **15**, 90.

— 1932b. Beobachtungen zu Fragen über Form, Lage und Entstehung des Golgi-Binnenapparates. Protoplasma, **15**, 365.

Guilliermond A. 1930. Le vacuome des cellules végétales. Protoplasma, **9**, 133.

Guilliermond A., Mangenot G. et Plantefol L. 1933. Traité de cytologie végétale. Paris, 1195 pp.

Haberlandt G. 1918. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 670 pp.

Kny L. 1878. Korallenartig verzweigte Membranverdickungen in den Wurzelhaaren von *Stratiotes*. Verh. Bot. Vereins der Prov. Brand. **20**, 48.

Koehring V. 1930. The neutral-red Reaction. Jorn. of. Morph. and Physiol., **49**, 45.

Kroemer K. 1903. Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. Bibl. Bot., **59**, 1.

Küster E. 1899/1900. Über *Derbesia* und *Bryopsis*. Ber. Deutsch. Bot. Ges., **17**, 77.

— 1925. Pathologische Pflanzenanatomie, III Aufl.

— 1929. Pathologie der Pflanzenzelle I. Pathologie des Protoplasmas. Berlin, 200 pp.

— 1932a. Die Protoplasmablasen bei *Caulerpa*. Protoplasma, **15**, 215.

— 1932b. Protoplasmabewegung in zetrifugierten Zellen. Ber. der Oberhess. Ges. für Natur- und Heilk., Giessen, **15**, 194.

— 1934. Über Zellsaft, Protoplasma und Membran von *Bryopsis*. Beiträge zur Pathologie des Protoplasmas. Ber. Deutsch. Bot. Ges., **51**, 526.

Linsbauer K. 1929. Untersuchungen über Plasma und Plasmaströmung an *Chara*-zellen. I. Protoplasma, **5**, 563.

— 1932. Kerne, Nucleolen und Plasmabewegungen in den Blasenzellen von *Mesembryanthemum cristallinum*. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. Naturw. Kl. Abt. I, **141**, 1.

Mangenot G. 1929. Sur les constituants morphologiques du cytoplasme des Spirogyres. C. Rend. Soc. Biol. **101**, 663.

Marwiński H. 1930. Die Rolle des Nucleolus bei der Fermentproduktion in keimenden Samen. Bot. Arch,, **28**, 225.

Meyer A. 1920. Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere. I T. Jena, 629 pp.

Němec B. 1930. Nauka o buňce. Praha, 321 pp.

Pekarek J. 1929a. Die Vitalfärbung als allgemeine botanische Untersuchungsmethode. Kolloidchem. Beihefte, **28**, 280.

— 1929b. Vitalfärbung von Nektarien. Kolloidhem. Beihefte, **28**, 353.

— 1932. Ein vergessenes Objekt für das Studium der Kern- und Zellteilungsvorgänge im Leben. Planta, **16**, 788.

Ridgway M. 1913. The occurence of callose in root hairs. Plant World, **16**, 116.

Scarth G. W. 1927. The structural organization of Plant Protoplasm in the Light of micrurgy. Protoplasma, **2**, 189.

Weber F. 1929a. Protoplasmatische Pflanzenanatomie. Protoplasma, **8**, 291.

— 1929b. Vacuolenkontraktion vitalgefärbter *Elodea*-Zellen. Protoplasma, **9**, 106.

— 1930. Vacuolenkontraktion und Protoplasmaentmischung in Blütenblattzellen. Protoplasma, **10**, 598.

Zacharias E. 1888. Ueber Kern- und Zellteilung. Bot. Ztg. **46**, 33 u. 51.

— 1889. Ueber Entstehung und Wachstum der Zellhaut. Jahrb. f. wiss Bot., **20**, 207.

Erklärung der Tafel IV.

Phot. 1—2. Fadenförmige Zytoplasmastrukturen in einer lebenden Wurzelhaarzelle von *Stratiotes aloides* („Kinoplasma" von Scarth). In der Mitte der Kern mit dem amöboiden Kernkörperchen. Vergr. ± 1000 ×.

Phot. 3. Korallenartige Auswüchse an der Basalwand einer Trichocyste, *in vivo*. Vergr. ± 1000 ×.

Phot. 4. Normale Gestalt des Kernes und des Nucleolus in lebenden Zellen (vergl. auch Phot. 1 u. 2). Links über dem Kernkörperchen ein soeben ausgeschiedenes Phragment der Nucleolarsubstanz.

Phot. 5—6. Strukturveränderung des Nucleolus (5) und des Kernes (6) während der Tötung, Fixierung, bzw. umkehrbaren Koagulation.

Phot. 7—8. Knospung (Ausscheidung?) des Nucleolus auf einem mit Pyronin „vital" — gefärbten Präparat (7), sowie in einer lebenden gesunden Zelle (8). In beiden Kernen ist der pseudopodiale Fortsatz des Nucleolus sichtbar.

Phot. 9—12. Bau der Membranauswüchse an der Basalmembran der Zelle. Präp. mit Sudan III behandelt.

Phot. 13. Elektive Vitalfärbung der den Basalteil der Trichocyste umgebenden Zellen mit Neutralrot.

W. A. BECKER und Z. BECKEROWA
aus dem Inst. f. allg. Botanik der Univ. Warschau.

ÜBER EINIGE DESINTEGRATIONSERSCHEINUNGEN DES PROTOPLASTEN.

I

Die vitalen, umkehrbaren Kernfärbungen, die Nassonov (1930, 1932a, 1932b) und seine Mitarbeiter (Alexandrov, 1932; Makarov, 1934) seit einigen Jahren an tierischen Zellen durchführen, veranlassten uns zur Durchführung analoger Versuche an Pflanzenzellen. Die Bedeutung derartiger Untersuchungen erschöpft sich nicht nur in dem Werte derselben für die Lösung gewisser strukturalen sowie physiologischen Probleme des Kernes im Ruhestadium (vergl. Nassonov, 1932a, S. 240 — 241, oder 1932b, S. 219), sondern sie ermöglichen uns ebenfalls die Ausarbeitung analoger Methoden für die Phase der Kernteilung. Es wundert somit kaum, dass in der modernen Pflanzenkaryologie die Methode der Vitalfärbung einen ihr gebührenden Platz gefunden hat (Tischler, 1934, S. 59 — 65).

In der gegenwärtigen Auffassung dieses methodischen Problems darf das Postulat der Umkehrbarkeit der hier vorgehenden Erscheinungen nicht übergangen werden. Nicht zu vergessen ist, dass ein analoger Standpunkt bereits in manchen älteren Arbeiten ausgesprochen wurde (siehe Arnold, 1914; Politzer, 1924/25; vergl. auch Becker, 1934, S. 407).

Einen ruhmreichen Platz in der Literatur erlangte die Vitalfärbung der Kerne in den Pflanzenzellen mit sauren

Farbstoffen; denselben verdankt sie den Arbeiten von Küster (1911, 1912, 1926), Gicklhorn (1927, 1930), Albach (1929), Strugger (1931), und letzthin auch Bank (1933). Alle genannten Autoren, vor allem aber Albach und Strugger, unterstreichen in ihren Arbeiten die hier auftretende Reversibilität der Färbung (vergl. auch Küster, 1929, S. 130—131). Strugger (1931) unterzog die Färbung Gicklhorns einer gründlichen Untersuchung und bestimmte genau den Moment, in dem die durch den genannten Autor beschriebenen Erscheinungen noch reversibel sind.

Unser Interesse erregte speziell die Frage der Färbung der Pflanzenzellkerne mit basischen Farbstoffen, d. i. Farbstofflösungen, die Nassonov für seine Untersuchungen benutzte. Aus den Untersuchungen Struggers (1931) ergibt sich nämlich, dass solange die Strukturänderungen des Kernes in dem Gicklhorn'schen Verfahren mit Eosin bzw. Erythrosin noch umkehrbar sind, die Färbung bloss auf den Kernsaft beschränkt ist und das Chromatin nicht angreift. Im Jahre 1932 stellte Strugger während seiner Untersuchungen über das Verhalten der pflanzlichen Zellkerne gegenüber Anilinfarbstoffen fest, dass die saueren Farbstoffe bloss in der Karyolymphe und in den Nucleoli gespeichert werden, die basischen dagegen nur im Karyotin. In Anbetracht dessen schien uns die Benutzung basischer Farbstoffe für unsere reversiblen Färbungen überaus interessant. Die letztens von Bank (1933) durchgeführten Färbungen betreffen Kerne von stark veränderter Struktur, die von derjenigen normaler, karyotinreicher Zwiebelkerne weit entfernt ist.

Wir beschlossen unsere Versuche derart zusammenzustellen, dass es möglich sei, die Färbung bzw. Entfärbung des Kernes in der lebenden Pflanzenzelle laufend, ohne Unterbrechungen zu verfolgen. Anfangs versuchten wir, dem Beispiele Nassonov's folgend, das Präparat abwechselnd in einer Sauerstoff — bzw. Wasserstoffatmosphäre zu halten. Wir legten Epidermisstücke von *Rhoeo discolor* - blättern bzw. von Zwiebelschuppen, deren Zellen vorher mit basischen Vacuolarfarbstoffen gefärbt wurden, in einen hängenden Tropfen destillierten Wassers und stellten das Präparat in eine Camera, durch die man das gewünschte Gas durchleiten konnte. Da diese Versuche bei einigen Wiederholungen ziemlich umständlich werden, griffen wir — obwohl das Re-

sultat derselben positiv war — zu einer anderen Methode, die darauf beruht, dass man die Reaktion des Milieus und der Zelle mittels elektrischen Stromes ändert, wobei die Zellen selbst mit dem Strome gereizt wurden[1]).

Bekanntlich lassen sich die von Nassonov und seinen Mitarbeitern beschriebenen Erscheinungen bei der umkehrbaren Kernfärbung auf eine gewisse reversible Gelatinisierung der Kernkolloide zurückführen. Nun gelang es uns, gute umkehrbare Kernfärbungen zu erhalten, indem wir die erwähnte Gelation durch Elektrolyse pflanzlicher Gewebestücke auslösten. Das Verfahren ist ganz einfach: in einen Objektträger werden zwei Metallstücke einmontiert, zwischen denen der Abstand 6 mm beträgt; die Metallblätter werden mit einer Batterie von ca 6 Volt verbunden; der Strom kann mittels eines Schalters nach Belieben ein — bzw. ausgeschaltet werden. Aus der Epidermis der Zwiebelschuppen herausgeschnittene Streifen legen wir nach Färbung mit Neutralrot derart auf den Objektträger, dass sie mit ihren Enden die Elektroden berühren. Wir führten diesen Versuch in Leitungswasser, in destilliertem Wasser, in Zuckerlösungen und in Paraffinöl aus. In einigen Versuchen, von denen noch später die Rede sein wird, haben wir Zellen plasmolysiert, indem wir sie der Einwirkung des Stromes in einer 10% KNO_3 — Lösung bzw. in Glyzerin aussetzten. Es ist klar, dass der Widerstand bei Benutzung von Wasser ein anderer als bei Benutzung z. B. von Paraffinöl war; im letztgenannten Falle strömte der elektrische Strom bloss durch das Gewebe. Am vorteilhaftesten für die Beobachtung der umkehrbaren Kernfärbung erwies sich reines Leitungswasser. Einige Minuten nach der Stromeinschaltung konnte man bereits eine deutliche Alkalisierung der Flüssigkeit und des Gewebes an der Anode, sowie eine Ansäurung derselben an der Kathode feststellen. Die Vacuolen wurden auf den mit Neutralrot gefärbten Präparaten an der Anode orangegelb und gelb, an der Kathode kirschrot. Bei längerer Einwirkung des Stromes zerstreuen sich die während der Elektrolyse entstehenden Produkte auf den ganzen Tropfen und das dargestellte Bild verwischt sich dann meistens; für eine Färbung der Kerne ge-

[1]) Eine ähnliche Methode haben Gicklhorn und Dejdar (1931) angewandt, um in der Zelle eine reversible Permeabilitätserhöhung zu gewinnen.

nügt jedoch bereits ein kurzer, höchstens ein paar Minuten dauernder Strom.

Von den Vorgängen, die wir in der Nähe der Kathode beobachteten, ist zunächst die entsprechende Farbänderung der Vacuole zu erwähnen. Gleich darauf beginnt sich in dem bis nun ungefärbt gebliebenen und eine regelrechte Struktur aufweisenden Kern, das Kernkörperchen zu färben. Zugleich koaguliert das in der nächsten Nähe der Zellmembran gelegene Zytoplasma stellenweise und färbt sich rot. Manche Zytoplasmafäden, die die Vacuole durchschneiden, zerfallen und ihre Reste liegen als rotgefärbte Körnchen in dem ungefärbten Zytoplasma. Im Zusammenhang mit diesen Degenerationserscheinungen beobachteten wir auch eine gewisse — wenn auch unbeträchtliche — Kontraktion des Tonoplasten.

Alle erwähnten Erscheinungen müssen aufmerksam verfolgt werden und der Strom muss zur Zeit ausgeschaltet werden, da sonst eine Zersetzung des Protoplasten droht (siehe weiter). Nach kurzer Zeit ist bereits der ganze Kern rot bzw. kirschrot. Eine genaue Analyse überzeugt, dass es die Chromatinfäden und der Nucleolus sind, die sich gefärbt haben. Was die Kernmembran anbelangt, so trat eine selektive und deutliche Färbung derselben an dem betreffenden Objekt (Kerne von *Allium*) nicht auf, solange die Struktur des gefärbten Kernes mikroskopisch unverändert blieb. Bei weiterer Koagulation des Kernes waren derartige Membranstrukturen bereits unterscheidbar.

Der Umstand, dass die derart gefärbten Kerne bis zu einem gewissen Momente eine Struktur besitzen, die derjenigen normaler, ungefärbter Kerne ganz ähnlich ist — was sich stets an Kontrollpräparaten aus der Epidermis von *Allium* feststellen lässt — scheint uns nicht ohne Bedeutung zu sein. Am Beginn der Färbung lässt sich keine irgendwelche Verdichtung der betreffenden Struktur beobachten. Erst bei weiterer Durchleitung des elektrischen Stromes wird die Kernkoagulation stärker. Obwohl wir nun die dargestellten Erscheinungen auf eine gewisse Gelation der Kernkolloide zurückzuführen geneigt sind (N a s s o n o v),[1] kann die nach unserer Methode erzielte Gelation derart fein sein, dass sie zwar für die Kernfärbung genügt, für die m i k r o s k o p i-

[1]) Eine bedeutsame Rolle spielen auch hier die Umladungserscheinungen im Farbstoff (K e l l e r, G i c k l h o r n) und Kernkolloiden (S t r u g g e r).

sche Feststellung der Koagulation aber nicht ausreicht. Wir lassen die Frage offen, ob diese Gelation in dem Anfangsstadium sich ultramikroskopisch nicht feststellen liesse.

Stellen wir uns auf den Standpunkt der Karyomorphologie und betrachten die fädige — netzartige Struktur der *Allium*-kerne als die normale Struktur — wie die allerletzten Forschungen bewiesen (Martens, 1927; Sharp, 1929; Teleżyński, 1930; Nebel, 1932, u. a.) — so müssen wir feststellen, dass die bisherigen Untersuchungen über reversible Kernfärbungen in pflanzlichen Zellen grösstenteils an pathologisch sehr stark veränderten Kernen durchgeführt wurden. Dies bezieht sich sowohl auf die Färbungen mit sauren (Gicklhorn, 1927; Albach, 1929; Bank, 1933 a), wie mit basischen Farbstoffen (Bank, 1933 a). Die von uns angewandte Methode erlaubt es, derartige Färbungen an Kernen mit mikroskopisch unveränderter Struktur auszuführen.

Die Zellen mit den mit Neutralrot (an der Kathode) gefärbten Kernen übertrugen wir nachher in reines Leitungswasser. Hier kann man im Laufe von einigen Stunden den ganzen reversiblen Prozess verfolgen. Die rote Färbung der Kerne verschwindet allmählich bis zur vollständigen Entfärbung. Wir haben die umkehrbaren Färbungen sowohl an unveränderten Kernen, wie an stark koagulierten Kernen durchgeführt. Stets war die Färbung, solange die Vacuole gefärbt ist, umkehrbar. Erst bei starker Degeneration des Protoplasten (siehe unten) gelang die Umkehr nicht. Bemerkenswert ist, dass der Nucleolus am längsten gefärbt blieb, eine Zeit noch nach der vollständigen Chromatinentfärbung. Die Art, wie das Kernkörperchen sich entfärbt, ist ziemlich charakteristisch; der zentrale Teil entfärbt sich nämlich rascher als der periphere, so, dass der Nucleolus zu dieser Zeit wie ein Ring aussieht. Mit der Zeit verschwindet ebenfalls die Färbung des Kernkörperchens. Nach längerem Aufenthalt im Wasser (bis 3 Stunden) wird die Struktur der entfärbten Kerne infolge Quellung undeutlich. Schwache Zytoplasmaströmungen konnten wir noch nach 24 Stunden beobachten. Sogar nachher konnte man noch gefärbte Überreste des degenerierten Zytoplasmas (vgl. oben) finden. Ebenso ist noch zu unterstreichen, dass der kontrahierte Tonoplast sich wieder streckt und seinen normalen Raum zurück einnimmt.

Die von uns angewandte Methode für umkehrbare Kernfärbungen mit derartigen Farbstoffen, wie Neutralrot, sich des elektrischen Stromes zu bedienen, scheint uns überaus bequem zu sein. Wir versuchten auf zahlreichen Objekten ähnliche Färbungen auszuführen, wobei wir die Kerne mit verdünnten Säuren koagulierten. In diesem Falle kommt oft eine sehr starke (aber vollständig umkehrbare; vergl. Belar, 1930) Koagulation des Kernes zustande, trotzdem aber unterliegt er keiner Färbung. Meistens sind die Koagulationen derart stark, dass sie die Kernstruktur bedeutend deformieren. Auf diesem Wege konnten wir eine Färbung mikroskopisch unveränderter Kerne nicht erzielen, während bei Durchleitung des elektrischen Stromes dieselbe ziemlich leicht gelingt.

Wir möchten an dieser Stelle noch folgendes hinzufügen: umkehrbare Kernfärbungen mit Neutralrot lassen sich überaus leicht ausführen, falls man die Neutralrotlösung durch $Na_2S_2O_4$ reduziert. Legen wir Staubfadenhaare von *Tradescantia* in einen Tropfen einer derart reduzierten Farbstofflösung, so entsteht nach kurzer Zeit ein sehr charakteristisches Bild: die Zellmembranen färben sich augenblicklich gelb, die Vacuolen bleiben gänzlich ungefärbt, der Kern sowie das Zytoplasma koagulieren langsam und sind vorläufig ebenfalls ungefärbt. Nach Ablauf einer gewissen Zeit färbt sich der stark koagulierte Kern zitronengelb, das Zytoplasma kann sich ebenfalls ähnlich färben. In diesem Zustande kann die Zelle ziemlich lange (bis eine Stunde lang) bleiben, trotzdem entfärben sich nach Durchwaschen mit Leitungswasser sowohl die Zellmembran, wie das Zytoplasma und der Kern binnen kurzem vollständig. Der Farbstoff speichert sich bloss in den Vacuolen, die jetzt stark goldgelb werden. Der entfärbte Kern erhält seine normale Struktur zurück, manchmal jedoch quillt er auf und unterliegt der Homogenisierung. Diesen Vorgängen, wie auch der Anwendung dieser Färbungsmethode werden wir demnächst eine besondere Arbeit widmen.

In den Zellen von *Allium cepa*, durch die wir den elektrischen Strom durchleiteten, dienten als einzige Beweise für die Vitalität der Zelle nach der Kernentfärbung, die Fähigkeit derselben zur Plasmolysierung sowie die schwachen Zytoplasmaströmungen. Da wir noch nach anderen Beweisen für die Vitalität des Protoplasten nach der reversiblen Färbung suchten, beschlossen wir die Pollenmutterzellen von *Trades-*

cantia mit Neutralrot zu färben. Bekanntlich färben sich die Kerne sowie die Chromosomen dieser Zellen sehr leicht mit Neutralrot, wie noch Dangeard im Jahre 1923 an den PMZ von *Ginkgo* bewies (siehe auch Shigenaga, 1933). Dank den Arbeiten von Sakamura (1927), Kuwada und Sakamura (1927), Yamaha und Ishii (1932) wissen wir, unter welchen Bedingungen der Kern und die Chromosomen der Pollenmutterzellen ihre Struktur unverändert beibehalten. Wir benutzten jedoch in unseren Untersuchungen keine künstlichen Lösungen, sondern pressten die PMZ mitsamt dem Schleime aus der Anthere direkt auf das Deckgläschen, betupften sie mit einem Tropfen Neutralrot (1 : 10000 in dest. Wasser), das wir gleich mit Fliesspapier aufsogen. Die Kerne sowie die Chromosomen färbten sich augenblicklich rot. Das Deckgläschen hefteten wir mit Hilfe von Vaseline an Glasringe, die an dem Objektträger angeklebt waren. In die so entstandene Camera gaben wir noch einen Tropfen Wasser, um die Atmosphäre feucht zu erhalten. Unter diesen Bedingungen blieben die PMZ in manchen „Kulturen" drei Tage und länger am Leben. Manche Zellen degenerierten zwar, manche jedoch sahen durch die ganze Zeit vollkommen „gesund" aus und die Kerne derselben wiesen eine deutliche, typische Struktur auf. In manchen Zellen nun konnte man bemerken, wie nach Ablauf von 24 Stunden Kern und Chromosomen sich zu entfärben begannen; die rote Färbung verschwand mit der Zeit ohne irgendwelche Spur zu hinterlassen, während die Struktur weiterhin deutlich blieb. Auf diese Weise verhielten sich diejenigen Zellen, deren Kerne bzw. Chromosomen sich kirschrot gefärbt haben.

In den Diadenzellen, in denen die Chromosomen sich in der Metaphase bzw. Anaphase der zweiten Teilung befanden, konnten wir einigemal beobachten, wie die Chromosomen sich entfärbten und wie bald darauf die Zellmembran sich bildete. Dieselbe wies manchmal eine unregelmässige Lage auf und teilte zuweilen ein kernloses Phragment, manchmal wieder zufällig eine Chromosomengruppe ab. In den beobachteten Zellen kam es nie zu einer Rekonstruktion der Ruhekerne durch die Chromosomen. Dies erinnert ganz an die Beobachtungen, die einer von uns an den Staubfadenhaarzellen von *Tradescantia* machte. Bei gehemmter Karyokinese kann hier in der Pro-Meta- und Anaphase eine Zellmembran ent-

stehen, wobei der Kern seine Chromosomenstruktur nicht verliert (Becker, 1933).

Diese Vorgänge beweisen, dass die Zellelemente in allen erwähnten Fällen noch leben und eine gewisse Vitalität noch beibehalten haben. Als Beweis dieser Vitalität dient die Bildung der Zellmembran, wenn auch dieser Prozess den Charakter eines Degenerationsvorganges trägt. Allem Anschein nach dürften alle erwähnten Vorgänge in die Kategorie derjenigen Erscheinungen hingehören, die Küster (1924) als „partielle Tötung" bezeichnet.

II.

Im Laufe unserer Untersuchungen über umkehrbare Kernfärbungen nach unserer „elektrolytischen" Methode begegneten wir zahlreichen Zersetzungs—und Desorganisationserscheinungen im Protoplasten (siehe Kühne, 1864; Klemm 1895; Weis, 1926), deren Skala ganz von der Intensität der Elektrolyse abhängig ist. Einige dieser Desintegrationserscheinungen wollen wir nun eingehender besprechen.

In seinen Untersuchungen über die Zellsaftentmischung in den Epidermiszellen von *Allium cepa* überprüfte Bank (1933a) genau die Wirkung verschiedener „Entmischungssalze" wie KCNS, KJ, KBr, KCl, Na_2SO_4, $CuCl_2$, NH_4CNS, sowie die Bedingungen, unter denen die Entmischung zustandekommt. Nach Bank hängt die Entmischung von der Viscosität, von der Wirkungsdauer des Plasmolyticums, von der Art der Salze, der Farblösungen u. s. w. ab. Die Ergebnisse Bank's bleiben unbestritten. Die Myelinfiguren Gicklhorn's z. B. kann man in dem Zellsaft der Epidermiszellen von Zwiebelschuppen (aus der konvexen Seite) nur mit Kupfersalzen hervorrufen. Die von Bank benutzten Salze wirkten nur auf plasmolysierte Protoplasten entmischend.

Als besonders bemerkenswert in unseren Untersuchungen scheint uns der Umstand zu sein, dass die Entmischungsformen vor allem von der Geschwindigkeit des Entmischungsprozesses selbst abhängig sind (Bank, 1933a, S. 622 — 623). In unserem Versuch wurde die Entmischung durch die Reaktionsänderung der Untersuchungsflüssigkeit an der Anode sowie an der Kathode ausgelöst; die Anode reagierte nach der Änderung alkalisch, die Kathode sauer. Diese Reaktionen sowie

die Wirkung des Stromes auf die Zellen selbst bewirken die Entstehung zahlreicher Entmischungsformen ohne Plasmolyse. Da an der Anode andere und an der Kathode andere Entmischungsformen entstehen, wobei sie aber für jeden Pol immer typisch waren (für die von uns benutzten Untersuchungsflüssigkeiten), müssen wir dieselben getrennt beschreiben. Wir müssen auch die Flüssigkeit berücksichtigen, in der der Versuch durchgeführt wurde; dieselbe kann in Anbetracht des Charakters der an der Anode bzw. Kathode entstehenden Substanzen einen gewissen Einfluss auf die Formen der Entmischung ausüben. In den von uns gebrauchten Flüssigkeiten (Leitungswasser, dest. Wasser, KNO_3—, Zückerlösung, Glyzerin, Paraffinöl) war der Charakter der Anoden — bzw. der Kathodenentmischung im allgemeinen in allen Fällen gleich.

A. Entmischung und Desintegration an der Anode [1]).

Kurz nach der Einschaltung des Stromes kommen in vielen Zellen braungefärbte Klumpen zum Vorschein. Sie bilden sich gleich unter der Membran der Zelle und zwar, falls wir den Strom der Längsachse der Zelle entlang leiten, meistens in den Ecken der Zelle; sie treten jedoch auch an anderen Stellen unter der Zellwand auf und insbesondere dann, wenn der Strom senkrecht zur Längsachse der Zelle geleitet wird. Aus dieser braunen Masse, die wahrscheinlich den degenerierten Teil des Protoplasmas repräsentiert, beginnen gegen die Vacuole gelbbraune Fäden zu wachsen. In dem Masse in dem

[1]) Die im diesem Abschnitt dargestellten Entmischungserscheinungen und insbesondere die Endphasen derselben, wie z. B. die Kristallisierung, sind durch die alkalische Reaktion der Flüssigkeit an der Anode bedingt. Ähnliche Vorgänge können durch unmittelbare Einwirkung von verdünnten Basen (NH_4OH, KOH, NaOH) hervorgerufen werden. Es scheint uns auch erwähnungswürdig, dass die von Bank (1933 a) beschriebenen Entmischungsformen zum grössten Teil von der Reaktion (pH) abhängig sind. Wir haben die Bank'sche Entmischungsmethode mit KCNS in unserem Institute für den Studentenunterricht gebraucht, wobei wir sie etwas modifiziert haben. Die, mit Neutralrot vitalgefärbten, Zwiebelzellen wurden mit 10% KNO_3 plasmolysiert und dann der Einwirkung von 0,3% KCNS (oder NaCNS) unterworfen. Da ergibt sich, dass die von Bank beschriebenen Entmischungsformen nur in diesen Zellen zum Vorschein kamen, in welchen die Vacuolen orangerot gefärbt waren, also eine alkalische Reaktion hatten. In keinem Falle konnten wir diese Erscheinungen in den kirschrot gefärbten Zellen beobachten.

das Wachstum derselben fortschreitet, wird der Zellsaft allmählich entfärbt (Phot. 1 — 2, Tafel V). Durch Ausschaltung des elektrischen Stromes sind wir imstande die Geschwindigkeit dieses Prozesses zu regulieren; das Wachstum der erwähnten strauchartigen Strukturen findet dann langsam statt und kann schrittweise verfolgt werden. Gleichzeitig weicht die Färbung der Vacuole vor den vordringenden Fäden allmählich zurück. In der Durchgangsphase ist ein Teil der Vacuole bereits vollkommen farblos, während der andere noch stark orangengelb gefärbt ist. In der Endphase ist das Gebiet des Zellsaftes ganz farblos, während aus einer der Zellecken ein Bund brauner Fäden hervorwächst (Phot. 2, Tafel V). Nach längerem Aufenthalt in reinem Leitungswasser erhalten wir aus diesen Fäden typische Farbstoffkristalle.

Falls die Elektrolyse energischer durchgeführt wird, bilden sich keine fadenförmigen Kristallformen, sondern der Tonoplast platzt und die Vacuole zerfällt in eine Masse kleiner, gelber Kügelchen und Kristalle bzw. anderer Formen, die den auf Photo 2 bei Bank (1933 a) abgebildeten Figuren ähneln. In der Endphase unserer Entmischung findet stets die Kristallisation des Farbstoffes statt. Es ist interessant, dass am meisten typisch der Farbstoff rings um den Kern auskristallisiert, so dass derselbe wie eine bestachelte Kugel aussieht.

Alle diese Vorgänge sind—falls sie im langsamen Tempo sich abspielen—zur Gänze, aber nur in dem Anfangsstadium, umkehrbar. Nach der völligen Entmischung der Vacuole gelang es uns nicht, dieselbe in ihren normalen Zustand zurückzubringen. Leicht zu beobachten sind diese Vorgänge ebenfalls in Paraffinöl, nur verlaufen sie hier langsamer und schwieriger. Zur Durchleitung des Stromes und Bildung der Entmischungsformen genügt hier das blosse gefärbte Pflanzengewebe.

Vergleichen wir das Bild der „Anodenentmischung" bei rascher Desintegration mit demselben Bild bei langsamer Reaktion, so wird der Einfluss der Reaktionsgeschwindigkeit auf die Art der entstehenden Strukturen deutlich sichtbar. Bank schreibt dieser Erscheinung einen allgemeinen Charakter zu (1933 a, S. 623). Wir glauben hier an die Anschauungen Haber's (1922) erinnern zu dürfen, der von ordnenden Kräften während der Ausflockung spricht. Falls der Niederschlag sich sehr rasch bildet, dann entstehen ungeordnete „Flocken", bei

langsamerem Tempo entstehen Strukturen verschiedenster Art. Zweifelsohne spielt dieses Gesetz bei der Entstehung organisierter Strukturen, die auf dem Wege der Entmischung (Koazervation) entstehen, eine grundsätzliche Rolle.

Die bei langsamer Entmischung entstehenden zweigförmigen Kristalle erinnern in ihrer Gestalt an die Bildungen, die Mangenot (1928) in den Vacuolen von *Laminaria* beschrieb, und die nach dessen Annahme die Anwesenheit von Jod in diesen Algen beweisen. Es wäre interessant zu untersuchen, was für eine Rolle bei der Entstehung derselben die Geschwindigkeit des Entmischungsprozesses spielt.

Wir möchten noch auf gewisse Erscheinungen äusserster Degeneration der Tonoplasten hinweisen, die man nach Einwirkung des elektr. Stromes auf vitalgefärbte Zellen in plasmolysierten Geweben beobachten kann. Je nach der Intensität des Stromes platzt der kontrahierte Protoplast total und stirbt momentan ab und die rotgefärbte Vacuole zerfällt in eine Masse gelber Kügelchen, oder es gelingt den Tonoplast zu isolieren und das Plasma getrennt zu töten (Klemm, 1895) [1]. Nach der Isolierung konnten wir den weiteren Zerfall der Tonoplasten mit Hilfe des elektrischen Stromes hervorrufen. Manche Einzelheiten davon verdienen eine nähere Betrachtung.

Während unserer Untersuchungen an Zellen, die mit Neutralrot oder Kresylblau stark gefärbt waren, bemerkten wir, dass die isolierten und stark gefärbten Tonoplasten an einer gewissen Stelle platzen und dass der äussere, stark gefärbte Teil eines jeden Tonoplasten sich während des Desintegrationsprozesses ähnlich wie ein Sack aufrollt. Aus dem inneren, schwächer gefärbten Teil der Vacuole schüttet sich wie aus einem Sacke eine Masse winziger Körnchen und Kristalle aus, die sich überall in der Zelle zerstreuen

[1]) Bekanntlich stehen uns jetzt zahlreiche Isolierungsmethoden zur Verfügung. Klemm (1895) tötete das Zytoplasma und isolierte die Tonoplasten mit Induktionsstrom, Weis (1926) mit Gleichstrom. Mikrochirurgisch isolierten die Tonoplasten Seifriz (1928), Küster (1929), Lorey (1929), Plowe (1931), Chambers und Höfler (1931). De Vries (1885) isolierte die Tonoplasten durch mehrstündige Plasmolyse in KNO_3, Gicklhorn (1932 a) durch dieselbe Plasmolyse und oligodynamisch wirkende Kupferionen. Weber (1932 b) benutzte 2-mol Harnstoff und $^1/_{10}$ mol. oxalsaures Kali. Eichberger (1934) wandte letztens zur Plasmolyse $NaNO_3$ an, das Plasma tötete er durch verschiedene Faktoren ab. Ausser der Plasmolyse benützte Eichberger auch die Plasmoschise.

und bald darauf auskristallisieren. Aus der äusseren, dunkelgefärbten Hülle der isolierten Vacuole bleiben grosse dunkelgefärbte Kugeln zurück, an die herum sich nachher die Farbstoffkristalle ansetzen (Phot. 3 — 4, Tafel V).



a *b* *c*

Abb. 92.
Desintegration des isolierten Tonoplasten bei der Anode, schematisch.
Näheres im Text

Während der Diskussion über das Tonoplastenproblem, die sich letztens zwischen Weber (1932 a) und Höfler (1932) entwickelte, wies Weber auf die Möglichkeit hin, dass die Vacuole von einer lipoidreichen Hülle vacuolarer Herkunft umgeben ist. Diese Hülle „ist... nicht cytoplasmatischer Natur, stellt vielmehr die Oberflächenschicht der Vacuole selbst dar" (Weber, 1932 a, S. 461). Höfler (1932) gibt in seiner Polemik gegen Weber wohl zu, dass dieser Einwand „einfach nicht zu widerlegen ist" und somit „die Herkunft der Wandung wird durch Webers Einwurf in Frage gerückt" (Höfler, 1932, S. 469). Auf S. 466 — 467 zählt Höfler jedoch die Argumente auf, die seiner Meinung nach gegen einen Vergleich der Vacuolen in den Epidermiszellen von Zwiebelschuppen mit den lipoidreichen Vacuolen von *Monotropa* (Bieder-

mann) sprechen[1]. Wir wollen die Frage, ob der stark sich färbende äussere Teil der Vacuole in den Epidermiszellen von Zwiebelschuppen (aus der konkaven Seite) nur Lipoide enthält, hier nicht entscheiden[2]); immerhin scheint es uns, dass auf Grund der angeführten Beobachtungen das Vorhandensein einer derartigen Oberfächenschicht, die sich mit vacuolären Vitalfarbstoffen färbt, sich nicht leugnen lässt. Überzeugend sind auch diesmal bloss jene Fälle, in denen die Desintegration langsam und stufenweise längs der Zellachse sich abwickelt.

Man könnte einwenden, dass die von uns beobachtete Hülle eine Art Niederschlagsmembran sein kann, die nach Höfler (1932, Anm. S. 467) „mit den flüssigen lipoiden Vacuolenwandungen nicht unmittelbar vergleichbar sind". Wir dürfen nicht vergessen, dass unsere Beobachtungen an Zellen gemacht wurden, die — von der Wirkung des Stromes selbst abgesehen — stark gefärbt und mit KNO_3 plasmolysiert waren[3]). Weis (1926), der in den Zellen von *Allium cepa*, einige Minuten nach der Einschaltung des elektr. Stromes beobachtete, wie von der an der Anode gelegenen Wand eine hyaline glänzende Membran sich abriss und durch die Vacuole gegen die Kathode zu sich bewegte, nimmt an, dass diese „wandernde Vacuolenhaut" eine künstliche Niederschlagsmembran ist. Für den flüssigen Charakter unserer äusseren starkgefärbten Vacuolenhaut spricht dagegen ihr Verhalten während des dargestellten Zerfalls: rings um die Stelle, an der nach dem Platzen der Vacuole der äussere Teil derselben sich aufrollt, kann man intensive Bewegungen, Zirkulationen und Strömungen konstatieren, die von den hier vorgehenden Oberflächenspannungserscheinungen zeugen. Der Desintegrationsprozess läuft — trotzdem er langsam von einem Zellende zum anderen fortschreiten kann — jedoch so rasch ab, dass es unmöglich war, ihn der Reihe nach, photographisch aufzunehmen. Infolgedessen haben wir nur Handskizzen verfertigt (Abb. 92). Die Vorgänge dürften sich aber sehr leicht filmen lassen.

---

[1]) dafür sprechen aber die Ergebnisse von Gicklhorn (1932 a) wenigstens was das Ganze des Zellsaftes der Zwiebelzelle anbelangt.

[2]) nach Eichberger (1934) kommen in den „Vakuolenhüllen" auch Eiweissstoffe vor.

[3]) in Anbetracht dessen scheint uns die Meinung Küsters (1929) vollkommen gerechtfertigt zu sein, dass mit dem Tonoplastenproblem sich vor allem die Pathologen beschäftigen sollten (vergl. Höfler, 1931, S. 83).

Wir müssen auch betonen, dass die flüssigen Eigenschaften der Vacuolenwand (von ihrer Herkunft abgesehen), die durch Chambers und Höfler (1931) und Plowe (1931) (siehe auch Höfler, 1931), mit der mikrochirurgischen Methode auf so prächtige Art und Weise bewiesen wurden, auf dem gleichen Untersuchungsmaterial und sogar auf einem ähnlich behandelten Material festgestellt wurden. Die Vitalfärbung mit Vakuolarfarbstoffen einer derartigen flüssigen Oberflächenschicht der Vacuole von *Allium cepa* glauben wir festgestellt zu haben. Dies berechtigt uns jedoch noch nicht zu der Annahme, dass es eben diese Schicht ist, die aus der Vacuole entstanden ist[1]).

Nach Beendigung unserer diesbezüglichen Versuche erhielten wir die Arbeit von Wulff (1934) über Vitalfärbungen der Tonoplasten mittels Chrysoidin. Wulff stellte mit Hilfe dieses Färbeverfahrens in den Epidermiszellen von *Allium cepa* Tonoplasten fest, die sich durch reiches Auftreten von Lipoiden auszeichnen. Wulff betont, dass er typische Färbungen bloss an Tonoplasten aus der morphologischen Unterseite der Alliumschuppen erhielt. Aus den Erörterungen von Wulff scheint zu folgen, dass er die Färbung in der der Vacuole anliegenden Zytoplasmaschicht lokalisiert; er nimmt somit an, dass der mit Chrysoidin sich färbende „Tonoplast" nicht die äusserste Schicht der Vacuole, sondern die innerste Schicht des Zytoplasmas repräsentiert. Dieser Schluss scheint insoferne gerechtfertigt, als von Chrysoidin die lipoiden Bestandteile des Zytoplasmas vitalgefärbt werden (Wulff, 1934). Aus unseren Färbungen mit Vacuolarfarbstoffen (Neutralrot, Kresylblau) vermögen wir jedoch nicht den gleichen Schluss zu ziehen. Wir neigen eher dazu, hier eine stärkere Färbung der äusseren Vacuolenschicht anzunehmen. Eine Verständigung in diesem scheinbaren Streit halten wir jedoch für durchaus möglich. Davon zeugen gewisse Erscheinungen, die bei der

---

[1]) Mit Recht betont Höfler (1932, S, 476—468): „Vor allem aber müsste, so scheint mir, doch in einem Fall dargetan werden, dass aus dem Zellsaft entstandene Lipoidhäute semipermeabel sind. Solange dieser Nachweis fehlt, können wir uns nicht entschliessen, die Vorstellung anzunehmen, dass semipermeable Membranen die in ihren Eigenschaften mit denen des Gesamtplasmas doch so weitgehend übereinstimmen... ohne plasmatische Grundlage spontan aus leblosem Lipoidsol des Zellsaftes entstehen".

Vitalfärbung solcher Pflanzenzellen, wie z. B. Schachtelhalmsporen, auftreten [1]).

Hier kommen zytoplasmatische Einschlüsse vor, die einerseits mit Neutralrot, Kresylblau, und anderen Vacuolarfarbstoffen, andererseits mit Chrysoidin und Vesuvin sich färben lassen. In den Tierzellen werden—wie bekannt—gewisse Granula ebenfalls durch Azofarbstoffe, z. B. Bismarckbraun, gefärbt. Andererseits wissen wir, dass typische Vacuolen in ausgewachsenen Pflanzenzellen eigentlich von Azofarbstoffen nicht gefärbt werden. Am besten illustriert diese Verhältnisse ein Vergleich der Färbeergebnisse bei solchen Zellen, wie z. B. Schachtelhalmsporen und Staubfadenhaarzellen von *Tradescantia*. Es zeigt sich, dass die physikalisch-chemische Konstitution des Protoplasten bei der vitalen Färbung eine bedeutende Rolle spielt. Die Einschlüsse, die in den Schachtelhalmsporen mit Neutralrot und Chrysoidin sich färben, können als Vacuolen betrachtet werden. Nach der modernen Auffassung kann nämlich diese Zellstruktur in einem verschiedenen Kolloidzustand auftreten (siehe Guilliermond, 1930, 1932). Ganz allgemein betrachtet sind es leblose Zytoplasmaausscheidungen, Entmischungs-Koazervations- bzw. Sekretionsprodukte (siehe Chlopin, 1927), Stellen wir uns auf den Standpunkt, dass der s. g. „Tonoplast" (gleich wie die Vacuole) ebenfalls ein derartiges Produkt der Zytoplasma-entmischung (Koazervation) ist [2]), dann besteht zwischen den Resultaten unserer Färbungen und denjenigen von Wulff gar kein Widerspruch. Sie würden übereinstimmend von dem Lipoidcharakter und einer bestimmten physikalisch-chemischen Struktur der „Vakuolenhülle" (Küster, 1929) zeugen.

Wir haben angenommen, das der Tonoplast ein Resultat der Zytoplasmaentmischung werden kann. Es ist aber wohl möglich, dass er ein Produkt der Zellsaftentmischung repräsentiert (Weber, 1932). Wir glauben, dass dieses Dilemma auf Grund unserer Vitalfärbungsversuche sowie deren von Wulff nicht entschieden werden kann. Auf Grund solcher

---

[1]) Die erwähnten Erscheinungen wurden in unserem Laboratorium von einem von uns gemeinsam mit Frl. H. Siemaszko einer Untersuchung unterzogen und werden demnächst veröffentlicht werden.

[2]) bemerkenswert ist die durch Bungenberg de Jong (1932) betonte Tatsache, dass der Koazervationsprozess zur Bildung von Grenzschichten führen kann.

Versuche kann man nur sagen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach die Vakuolenhülle keine lebendige Struktur ist. Ein derartiger Standpunkt — bei dem über den protoplasmatischen Charakter dieser Struktur und ihre Vitalität nicht entschieden wird — würde sogar vollkommen mit den letzten Untersuchungen von Eichberger (1934) übereinstimmen, der trotz der nachgewiesenen Gemeinsamkeit der Eigenschaften von Plasmahaut und Vakuolenhülle, diese letzte dennoch als leblose Systeme betrachtet. Ihre Eigenschaften werden nach ihrer Isolierung, d. h. in einem ganz veränderten Zustande, geprüft (Küster, 1929, S. 133—141).

Dass wir bei der Vitalfärbung von Epidermiszellen von Zwiebelschuppen mit Vakuolarfarbstoffen eine stärkere Färbung der äusseren Vakuolenschicht in Rechnung ziehen müssen, dafür sprechen ebenfalls gewisse Desorganisationserscheinungen des Protoplasten an der Kathode.

B. Entmischung und Desintegration an der Kathode.

Der Charakter der Desintegration an der Kathode war in allen unseren Versuchen überall sehr typisch. Zuerst färbt sich die Vacuole kirschrot, worauf Zytoplasma und Kern — wie früher dargestellt — teilweise koagulieren und ebenfalls sich färben. Oft kann man beobachten, dass fast noch unkoagulierte Kerne sich bereits zu färben beginnen (vergl. Abschnitt I); nachher wird die Koagulation intensiver. Solange die Vacuolen noch gefärbt sind — ist dieser Vorgang noch ganz umkehrbar (Abschn. I). Nachher zerfällt die Vacuole in eine Reihe kleinerer und grösserer, blutroter Kugeln, die — charakteristischerweise, — stets in der Oberflächenschicht der früheren Vacuole, d. i. gleich unter dem Zytoplasma, liegen (Phot. 5—6, Tafel. V). Das von der früheren Vacuole eingenommene Zentrum ist fast farblos. Diesen Charakter weist die Desintegration an der Kathode in allen Zellen auf, die in reinem Leitungswasser, dest. Wasser, Glyzerin oder Paraffinöl lagen. Den gleichen Charakter trägt sie ebenfalls in den mit 10% KNO_3 plasmolysierten Zellen. Stets liegen die aus dem Zerfall der Vacuole entstandenen kirschroten Kugeln gleich unter dem Zytoplasma. Wir unterstreichen diesen Umstand deshalb, weil allgemein Fälle bekannt sind, in denen man eine tropfige Entmischung auf dem gan-

zen Terrain des Zellsaftes hervorrufen kann (Lit. vergl. Becker, 1932, S. 390). Wie wir im nächsten Abschnitt erfahren werden, lässt sich eine derartige tropfige Entmischung des ganzen Zellsaftes auch mit dem elektr. Strome hervorrufen (bei der Anode). In den Epidermiszellen von Zwiebelschuppen (aus der konkaven Seite) liegen aber die an der Kathode entstehenden Tropfen stets in der Oberflächenschicht der Vacuole. Auch diese Desintegration ist in Gewissen Grenzen umkehrbar. Durch Poländerung gelang es uns die an der Oberfläche des Vacuolenraumes liegenden Kugeln zum Zusammenfliessen und zur Ausbildung eines homogenen „Tonoplasten" innerhalb der früheren Zytoplasmahülle zu bringen. Dies würde, unserer Meinung nach, zugunsten der Annahme sprechen, dass unsere, mit Vakuolarfarbstoffen färbbare Vacuolenhülle, einen flüssigen Charakter länger bewahren kann. Auf Grund dieser Beobachtungen entsteht aber eine andere Frage, ob wir nicht annehmen dürften, dass es zwei verschiedene „Vacuolenhüllen" in einer Zelle gibt: eine die ihre Herkunft dem Zytoplasma verdankt, und eine andere, unabhängige von dieser — die aus dem Zellsaft entstanden ist. Es ist also möglich, dass die s. g. „Tonoplasten", an denen man bisher die physikalisch-chemischen Untersuchungen durchführt, ganz verschiedener Herkunft sein können und ganz verschiedene Strukturen repräsentieren. Ein isolierter „Tonoplast" von *Allium cepa* z. B., kann eine ganz andere Struktur sein, als z. B. ein „Tonoplast" aus *Spirogyra*-zellen. Was für einen „Tonoplasten" wir bei der Isolierung zur Untersuchung bekommen, das ist von den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Zellsaftes, sowie des Zytoplasmas verschiedener Zellen abhängig. Beide Vacuolenhüllen, oder eine von ihnen, können bei diesen Untersuchungen als vitale Artefakte entstehen (z. B. als Resultat der Plasmolyse, Koagulation oder Vitalfärbung u. s. w.; vergl. Küster, 1929). Wir glauben, dass auch aus rein theoretischen Gründen diese Annahme erlaubt ist (vergl. Weber, 1932).

Dass derartige Vörgange überhaupt allgemeiner verbreitet sind, beweisen am besten Beobachtungen an Sekretionszellen. Aus den schönen Untersuchungen von Gicklhorn (1932 b) erfuhren wir, dass in den Sekretionszellen von *Gera-*

nium macrorrhizum der grosse mit Neutralrot gefärbte Tropfen in einem bestimmten Entwicklungsstadium in zwei Phasen zerfällt: in eine schwächer gefärbte innere, und eine stärker gefärbte oberflächige, kappenförmige Phase. Ähnliches beobachteten wir in den Sekretionszellen junger Keimlinge von *Nymphaea alba;* da die betreffenden Beobachtungen noch nicht abgeschlossen sind, können wir dieselben hier nicht eingehender darstellen [1]). Die beigefügten Photobilder (Phot. 10—13, Tafel VI) stellen die stark den Vakuolarfarbstoff speichernde Schicht vor; sie ist an der Oberfläche der Vacuole gelegen und ist nicht immer auf der ganzen Oberfläche der Vacuole verbreitet. Oft tritt hier ein schönes Netz von einer dem Golgi'schen Apparat analogen Struktur auf (Phot. 13, Tafel VI) (siehe Gicklhorn, 1932 b). Zwar bewahrt die erwähnte äussere Schicht in den betreffenden Zellen nicht den Charakter einer flüssigen Phase; in den weiteren Entwicklungsphasen der Zelle verhält sich dieselbe wie eine brüchige Membran, deren Überreste nach der Ausscheidung des flüssigen Inhaltes in der Zelle zurückbleiben. Immerhin scheint es uns, dass diese Vorgänge von denjenigen, die in den Zellen von *Allium* sich abspielen, nicht diametral verschieden sind [2]). Wir müssen bei der Interpretation aller erwähnten Erscheinungen in erster Reihe den Einfluss des Vitalfarbstoffes selbst berücksichtigen (über die koagulierende Wirkung der Vitalfarbstoffe siehe Pfeiffer, 1928 und Küster, 1929 b), und zwar nicht nur auf das Zytoplasma, sondern auch auf den Inhalt der Vacuole. Wir müssen nochmals die Richtigkeit der Küster'schen These hervorheben, dass die dargestellten Strukturen eher einen pathologischen Charakter tragen. Diese These ist sogar dann richtig, wenn man den zytoplasmatischen Charakter der s. g. Vakuolenhülle nicht annimmt.

Für die Richtigkeit dieses Standpunktes scheinen auch die Untersuchungen von Gicklhorn und Möschl (1930) über die Vacuolenkontraktion bei *Symphytum* zu sprechen. Die ge-

---

[1]) Die im Herbst in Kristallschalen ausgesäten Samen von *Nymphaea* keimen schon recht gut im Jänner oder Februar. Im Frühling wuchsen aus diesen Samen schon kleine Pflanzen aus, deren Stengel und teilweise auch die Blätter mit Sekretionszellen bedeckt sind. Man kann die ganze Pflanze in Wasser auf den Objektträger legen und die betreffende Zellen ohne Deckglas mit Wasserimmersion in wahrhaft vitalen Bedingungen beobachten.

[2]) vergl. z. B. Küster, 1927, seine Abbildungen.

nannten Autoren behaupten, dass „die Vitalfärbung allein, speziell die zunehmende Farbstoffspeicherung jene Bedingungen und Veränderungen im Zellsaft bewirken, die ihrerseits erst die plasmatischen Grenzschichten alterieren" (S. 530—531, Unterstreichung der Autoren). Ebenso spricht der Umstand, dass die sich kontrahierende Vacuole die Gestalt einer Zelle behält (Gicklhorn und Weber, 1927) unseres Erachtens dafür, dass in der Vacuole feste Oberflächenschichten entstehen. Bei *Symphytum* bildet sich — wie Gicklhorn und Möschl angeben — die neue „Vacuolenhaut" ganz einfach bei einem bestimmten Grad der Zellsaftkontraktion: „An den Papillen von *Symphytum* ist dagegen der Vorgang der erneuten Bildung einer Vacuolenhaut von einem bestimmten Grad der Zellsaftkontraktion an direkt zu verfolgen: ebenso ist die Tatsache auffallend, dass im Raum zwischen dem Plasma und dem ersten, kontrahierten Zellsaft bald wieder Farbstoffspeicherung erfolgt" (S. 531, unsere Unterstreichungen). Gicklhorn konstatierte bereits im J. 1929, dass Vitalfärbung gewisse Änderungen im Aggregatzustand des Zellsaftes in der Richtung einer zunehmenden Verfestigung bzw. Viscositätserhöhung verursacht.

Wir stellen nochmals die Frage auf, ob alle oben erwähnten Tatsachen, nicht für die Existenz von zwei verschiedenen „Vakuolenhüllen" sprechen können.

III.

Von den zahlreichen Objekten, die uns zur Untersuchung der Desintegrationserscheinungen nach Durchleitung des elektr. Stromes dienten, verdienen die Epidermiszellen von jungen *Aspidistra elatior*-blättern in gewisser Hinsicht eine besondere Erwähnung. Gleich nach Färbung des Tangentialschnittes mit Neutralrot können wir im Zellsaft der der Verwundungsstelle benachbarten Zellen die Entmischung in Form roter, aus der Literatur so gut bekannter Kugeln, konstatieren (Scarth, 1926; Linsbauer, 1927; Gicklhorn, 1929; Küster, 1929; Guilliermond, 1930; Weber, 1930; Becker, 1932 u. a.). Setzen wir darauf die Schnitte der Einwirkung des elektr. Stromes aus, so treten auf der Anode in den entmischten Kugeln merkwürdige Strukturveränderungen auf. Die Kugeln ändern vor allem ihre Farbe, werden gelb (alkalische Reaktion), worauf eine Differenzierung in eine äussere „mem-

branartige" Struktur und im Innern gelegene Körner erfolgt. Die letzteren fliessen zusammen und in diesem Falle wird die Kugel auf eine gewisse Art vacuolisiert, oder sie werden auf eine sehr charakteristische Weise über die Membran explosivartig hinausgeschleudert. Wir erachten es für überflüssig, in Einzelheiten der erwähnten Strukturen einzugehen, da ähnliche Gebilde in den Vacuolen anderer Pflanzenobjekte mehrfach gefunden wurden (Mirande, 1923—1925; Emberger, 1924; Miraton, 1925; Gicklhorn, 1929; Guilliermond, 1934; siehe auch Guilliermond, Mangenot und Plantefol, 1933). Die beigefügten Abbildungen (Phot. 7—9, Tafel VI) illustrieren alle möglichen Formen derselben in den verschiedensten Momenten ihrer Entstehung. Sehr typisch ist die Sprossung der erwähnten Kugeln sowie die Ausscheidung kleinerer Tropfen. Während einer derartigen, manchmal explosiven Sprossung faltet sich die Kugel und kontrahiert sich und es entstehen aus ihr mehrschichtige Gebilde mit konzentrischen Schichten.

Zweifelsohne haben wir es hier mit dem Entstehungsprozess von Strukturen zu tun, die Mirande seinerzeit als „Sterinoplasten" beschrieb. Emberger, sowie Miraton bewiesen jedoch, dass die erwähnten Gebilde in der Vacuole liegen und daher keine Plastiden sind (siehe auch Reilhes, 1933). Die ausführlichen Untersuchungen von Guilliermond (1934) ergaben, dass eine mikrochemische Generalisation dieser Strukturen sich keineswegs durchführen lässt. Was unsere Untersuchungen betrifft, so führten wir an *Aspidistra* keine derartige genaue mikrochemische Analyse aus, wie Guilliermond an *Iris*. Unsere Untersuchungen besitzen somit nur den Wert einer sehr einfachen Beobachtungsmethode, wie Strukturen dieser Art entstehen und vergehen. Mit unserer Methode lässt sich an dem erwähnten Objekt die Sprossung, Umwandlung und der Zerfall der entmischten Kugeln, die Bildung der von Mirande beschriebenen „calcules" und zuletzt die Entstehung der „Membranstrukturen" mit allen Einzelheiten verfolgen. Überdies sind alle dargestellten Veränderungen vollständig umkehrbar. Es genügt die Pole zu ändern, und schon beginnt im raschen Tempo der reversible Prozess: die geschichteten Gebilde runden sich ab, verflüssigen sich, es bilden sich flüssige Kugeln, die miteinander zusammenfliessen und es entsteht wieder eine homo-

gene rotgefärbte Vacuole. An einem Präparat kann man dieses Verfahren mehrmals in beiden Richtungen wiederholen. Die Blattzellen von *Aspidistra* sind — scheint's — gegen die Reaktionsänderungen der Untersuchungsflüssigkeit sehr widerstandsfähig.

All die Veränderungen lassen sich ebensogut hervorrufen, wenn man den Schnitt auf anderem Wege alkalisiert und daraufhin mit einer Säure behandelt. Wir benutzten zu diesem Zwecke verdünntes Ammoniak und Essigsäure. Nach Behandlung mit Ammoniak treten in den Vacuolen massenweise kleine, sich gelb färbende Kugeln auf (alkalische Reaktion)[1], die in grössere Gebilde zusammenfliessen, diese wieder unterliegen den verschiedensten Veränderungen, wie bereits früher dargestellt. Nach Durchwaschen mit Essigsäure bilden sich wieder die roten Kugeln zurück, die in eine homogene Vacuole zusammenfliessen. Der Prozess ist sehr klar und effektvoll.

Die Frage der chemischen Beschaffenheit des Zellsaftes in den Epidermiszellen der *Aspidistra*-blätter lassen wir einstweilen unentschieden, wir müssen jedoch betonen, dass bei *Tulipa, Iris, Lilium* bzw. *Aspidistra* (siehe Gicklhorn, Guilliermond, Mirande) der Zellsaft wahrscheinlich gewisse Substanzen von ähnlicher physikalisch-chemischen Beschaffenheit enthält.

Nicht überall lassen sich nämlich aus den entmischten Kugeln des Zellsaftes die erwähnten Strukturen zum Vorschein bringen. So z. B. kann man in der Epidermis von *Allium*-blättern oder in den Spaltöffnungsapparatzellen derselben (s. Linsbauer, 1927) die Kugeln sehr deutlich mit Vitalfarbstoffen entmischen; mit der bei *Aspidistra* benutzten Methode erhielten wir jedoch keine derartigen Strukturen.

Zusammenfassung.

1. Durch Durchleitung des elektr. Stromes lässt sich in vitalgefärbten Epidermiszellen von *Allium*-schuppen eine umkehrbare Vitalfärbung der Zellkerne leicht erreichen. Manche Einzelheiten dieser Färbung wurden hier bekanntgegeben.

---

[1]) Sie treten hier in der ganzen Vacuole und nicht nur in der Oberflächenschicht derselben auf. Vergl. die Desintegration an der Kathode bei *Allium* in dem vorigen Abschnitt.

Überdies enthält die Arbeit auch Beobachtungen über andere, anders behandelte Objekte.

2. Die angewandte Methode führt unter gewissen Bedingungen zur Desorganisation des Protoplasten. Einige Erscheinungen derselben wurden einer näheren Diskussion unterzogen:

a) Die charakteristische Form gewisser Entmischungserscheinungen hängt in erster Reihe von dem pH und der Geschwindigkeit des Entmischungsprozesses ab.

b) In den isolierten „Tonoplasten" von *Allium* ist eine, die basischen Vacuolarfarbstoffe stark speichernde, Oberflächenschicht vorhanden. Im Anhang daran werden einige Tatsachen veröffentlicht, die unserer Meinung dafür sprechen, dass die s. g. Vacuolenhülle ein lebloses Sekretionsprodukt ist. Es ist auch auf die Möglichkeit hingewiesen, dass in einer Zelle zwei verschiedene „Vakuolenhüllen" entstehen können.

c) In den Epidermiszellen von jungen *Aspidistra*-blättern lassen sich durch umkehrbare Entmischung im Zellsaft Strukturen hervorrufen, die den s. g. „Sterinoplasten" von Mirande analog sind.

Literatur.

Albach W. 1929. Zellenphysiologische Untersuchungen über vitale Protoplasmafärbung. Protoplasma, 5, p. 412.

Alexandrov W. 1932. Über die Bedeutung der oxydo-reduktiven Bedingungen für die vitale Färbung mit besonderer Berücksichtigung der Kernfärbung in lebendigen Zellen. Protoplasma, 17, p. 161.

Arnold J. 1914. Über Plasmastrukturen. Jena.

Bank O. 1933a. Die Entmischung des vitalgefärbten Zellsaftes der Zwiebelepidermis. Protoplasma, 18, p. 620.

— 1933b. Die umkehrbare Entmischung des Kernes bei *Allium Cepa* und im *Arbacia*-Ei. Protoplasma, 19, p. 125.

Becker W. A. 1932. Experimentelle Untersuchungen über die Vitalfärbung sich teilender Zellen. Studien über die Zytokinese. Acta Soc. Bot. Poloniae, 9, p. 381.

— 1933. Vitalbeobachtungen über den Einfluss von Methylenblau und Neutralrot auf den Verlauf von Karyo- und Zytokinese. Beitrag zur Pathologie der Mitose. Cytologia, 4, p. 135.

Bělař K. 1930. Über die reversible Entmischung des lebenden Protoplasmas I. Protoplasma, 9, p. 209.

Bungenberg de Jong H. G. 1932. Die Koazervation und ihre Bedeutung für die Biologie. Protoplasma, 15, p. 110.

Chambers R. and Höfler K. 1931. Micrurgical Studies on the tonoplast of *Allium cepa*. Protoplasma, 12, p. 338.

Chlopin N. 1927. Experimentelle Untersuchungen über die sekretorischen Prozesse im Cytoplasma. I. Über die Reaktion der Gewebselemente auf intravitale Neutralrotfärbung. Arch. f. exp. Zellf., 4, p. 462.

Dangeard P. 1923. Recherches sur l'appareil vacuolaire dans les végétaux. Le Botaniste, 15, p. 1.

Eichberger R. 1934. Über die „Lebensdauer" isolierter Tonoplasten. Protoplasma, 20, p. 606.

Emberger L. 1924. Observations cytologiques sur Lilium candidum. C. Rend. Acad. Sci., 177.

Gicklhorn J. 1927. Über vitale Kern- und Plasmafärbung an Pflanzenzellen, Protoplasma, 2, p. 1.

1929. Beobachtungen über die vitale Farbstoffspeicherung. Kolloidchem. Beihefte, 28, p. 367.

— 1930. Zur Frage der Lebendbeobachtung und vitalfärbung von Chromosomen pflanzlicher Zellen. Protoplasma, 10, p. 345.

— 1932a. Intracelluläre Myelinfiguren und ähnliche Bildungen bei der reversiblen Entmischung des Protoplasmas. Protoplasma, 15, p. 90.

1932b. Beobachtungen zu Fragen über Form, Lage und Entstehung des Golgi — Binnenapparates. Protoplasma, 15, p. 365.

Gicklhorn J. und Dejdar E. 1931. Beobachtungen an elektrisch gereizten Pflanzenzellen und die Frage des Nachweises reversibler Permeabilitätserhöhung. Protoplasma, 13, p. 592.

Gicklhorn J. und Möschl L. 1930. Vitalfärbung und Vacuolenkontraktion an Zellen mit stabilem Plasmaschaum. Protoplasma, 9, p. 521.

Gicklhorn J. und Weber F, 1927. Über Vakuolenkontraktion und Plasmolyseform. Protoplasma, 1, p. 427.

Guilliermond A. 1930. Le vacuome des cellules végétales. Protoplasma, 9, p. 133.

— 1932. La structure de la cellule végétale: Les inclusions du cytoplasme et en particulier les chondriosomes et les plastes. Protoplasma, 16, p. 291.

— 1934. Recherches cytologique sur les pigments anthocyaniques et les composés oxyflavoniques. Revue gen. de Bot., 46, p. 1.

Guilliermond A., Mangenot G., Plantefol L. 1933. Traité de cytologie végétale. Paris, 1195 pp.

Haber F. 1922. Über amorphe Niederschläge und Kristallinische Sole. Ber. Deutsch. Chem. Ges., 55.

Höfler K. 1931. Das Permeabilitätsproblem und seine anatomischen Grundlagen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 49, p. 79.

— 1932. Zur Tonoplastenfrage. Protoplasma, 15, p. 462.

Klemm P. 1895. Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. wiss. Bot., 28, 627.

Kuwada Y, and Sakamura T. 1927. A contribution to the colloid-chemical and morphological study of chromosomes. Protoplasma, 1, p. 239.

Kühne W. 1864. Untersuchungen über Protoplasma und Contractilität. Leipzig.

Küster E. 1911. Über die Aufnahme von Anilinfarben in lebende Pflanzenzellen. Jahrb. f. wiss. Bot., 50, p. 95.

— 1912. Über die Aufnahme von Anilinfarben in lebende Pflanzenzellen. Jahrb. f. wiss. Bot., 50, p. 261.

— 1924. Experimentelle Physologie der Pflanzenzelle. Abderhald. Handb. biol. Arbeitsmeth., 11. Abt. I.

— 1926. Über vitale Protoplasmafärbung. Zeitschr. f. wiss. Mikr., 43, p. 378.

— 1927. Beiträge zur Kenntnis der Plasmolyse. Protoplasma, 1, p. 73.

— 1929a. Beobachtungen an verwundeten Zellen. Protoplasma, 7, p. 150.

— 1929b. Pathologie der Pflanzenzelle. I T. Pathologie des Protoplasmas. Berlin.

Linsbauer K. 1927. Weitere Beobachtungen an Spaltöffnungen. Planta, 3, p. 527.

Lorey E. 1929. Mikrochirurgische Untersuchungen über die Viscosität des Protoplasmas. Protoplasma, 7, p. 171.

Makarov P. 1934. Analyse der Wirkung des CO und der Cyanide auf die Zelle mit Hilfe der Vitalfärbung. Untersuchung am Darmepithel des Frosches. Protoplasma, 20, p. 530.

Mangenot G. 1928. Sur la signification des cristaux rouges apparaissant, sous l'influence du bleu de crésyl, dans les cellules de certaines algues. C. Rend. Acad. Sci., 186, p. 93.

Martens P. 1927. Le cycle du chromosome somatique dans les phanérogames. III. Recherches experimentales sur la cinèse dans la cellule vivante. Cellule, 38, p. 67.

Mirande M. 1923a. Sur la nature protéolipoidique des stérinoplastes du Lis blanc. C. Rend. Acad. Sci., 176.

1923b. Sur les organites élaborateurs particuliers (stériplastes de l'épiderme des écailles de bulbes de Lis blanc). C. Rend. Acad. Sci., 176.

— 1925. Sur la phytostérine des écailles des bulbes dans les espèces du genre Lilium. C. Rend. Acad. Sci., 180.

Miraton A. 1925. Recherches morphologiques sur le bulbe de Lis blanc (Lilium candidum L.). Contribution à l'étude des qualités pharmacopexiques des mitochondries. Thèse. Montpellier, 136 pp.

Nassonov D. 1930. Über den Einfluss der Oxydationsprozesse auf die Verteilung von Vitalfarbstoffen in der Zelle. Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat., 11, p. 179.

1932a. Über die Ursachen der reversiblen Gelatinierung des Zellkerns. Protoplasma, 15, 239.

Nassonov D. 1932b. Vitalfärbung des Macronucleus aerober und anaerober Infusorien. Protoplasma, 17, p. 218.

Nebel B R. 1932. Chromosome Structure in Tradescantiae I. Methods and Morphology. Zeitschr. f. Zellf. und mikr. Anat., 16, p. 251.

Pfeiffer H. 1928. Über Methoden zum Studium der Verkieselungsprozesse innerhalb lebender pflanzlicher Zellen. Arch. f. exp. Zellf., 6, p. 418.

Plowe J. Q. 1931. Morphological membranes at protoplasmic surfaces. Protoplasma, 12, p. 196.

Politzer G. 1924/25. Histologische Untersuchungen über die Giftwirkung der sogenannten Vitalfarbstoffe. Verh. der Zool.-Bot. Ges. in Wien, 74/75, p. 288.

Reilhes R. 1933. Sur la nature chimique et la signification des stérinoplastes. C. Rend. Soc. Biol., 113, p. 267.

Sakamura T. 1927. Chromosomenforschung an frischem Material. Protoplasma, 1, p. 537.

Scarth G. W. 1926. The mechanism of accumulation of dyes by living cells. Plant Physiology, 1, p. 215.

Seifriz W. 1928. New material for microdissection. Protoplasma, 3, p. 191.

Sharp L. W. 1929. Structure of large somatic chromosomes. Bot. Gazette, 88, p. 249.

Shigenaga M. 1933. On the action of sodium glycocholat on nuclei and chromosomes. Mem, of the Coll. of Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B. 8, p. 217.

Strugger S. 1931. Zur Analyse der Vitalfärbung pflanzlichen Zellen mit Erythrosin. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 49, p. 453.

— 1932. Über das Verhalten des pflanzlichen Zellkernes gegenüber Anilinfarbstoffen. Ein Beitrag zur Methodik der Bestimmung des Isoelektrischen Punktes der Kernphasen. Planta, 18, p. 561.

Teleżyński H. 1930. Cycle évolutif du chromosome somatique I. Observations vitales sur les poils staminaux de *Tradescantia virginiana* L. Acta Soc. Bot. Poloniae, 7, p. 381.

Tischler G. 1934. Allgemeine Pflanzenkaryologie. II Aufl. I Teil. Der Ruhekern. Berlin.

Vries de H. 1885. Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen. Jahrb. wiss. Bot., 16, p. 465.

Weber F. 1930. Vacuolenkontraktion, Tropfenbildung und Aggregation in Stomata-Zellen. Protoplasma, 9, p. 128.

— 1932a. Plasmalemma oder Tonoplast? Protoplasma, 15, p. 453.

— 1932b. Plasmolyse und „surface precipitation reaction". Protoplasma, 15, p. 522.

Weis A. 1926. Beiträge zur Kenntnis der Plasmahaut. Planta, 1, p. 145.

Wulff H. D. 1934. Lebendfärbungen mit Chrysoidin. Planta, 22, p. 70.

Yamaha G. und Ishii T. 1932. Über die Ionenwirkung auf die Chromosomen der Pollenmutterzellen von *Tradescantia reflexa* I. Cytologia, 3, p. 333.

Erklärung der Tafeln V und VI.

Phot. 1—2. Desintegration und Entmischnug an der Anode. Die Entstehung strauchartiger Kristalle bei langsamer Entmischung.

Phot. 3—4. Desintegration an der Anode. Entstehung der stark gefärbten Kugeln aus der Oberflächenschicht der isolierten Vacuole. (verg. Abb. 92 im Text).

Phot. 5—6. Desintegration an der Kathode. Zerfall der vitalgefärbten Vakuolenhülle in Tropfen, die unmittelbar unter der Zytoplasmaoberfläche liegen. Diese Erscheinung ist reversibel.

Phot. 7—9. Die reversible Entmischung des Zellsaftes in *Aspidistra*-blättern. Verschiedene Formen der entmischten Kugeln und Membranstrukturen

Phot. 10—13. Verschiedene Entwicklungsstadien einer mit Neutralrot vitalgefärbten Sekretionszelle von *Nymphaea alba*. Bei Phot. 13 eine netzförmige „Golgi"-Struktur.

ZOFJA GIESZCZYKÓWNA

Zakład Bot. Ogólnej Uniwersytetu Warszawskiego.

ROZWÓJ PYŁKU I LICZBA CHROMOZOMÓW U NIEKTÓRYCH GATUNKÓW RODZAJU *VINCETOXICUM*.

(Die Entwicklung der Pollenkörner und die Chromosomenzahlen bei einigen *Vincetoxicum* — Arten).

Ze względu na skomplikowaną budowę kwiatu, jak i ciekawe wykształcenie pręcików, rodzina *Asclepiadaceae* niejednokrotnie przyciągała uwagę badaczów.

Chauveaud (1892) opracował szczegółowo rozwój kwiatu i owocu *Vincetoxicum officinale*, poruszył zagadnienie mechanizmu zapylania tych kwiatów oraz ich wielozarodkowości, wreszcie ustalił liczbę chromozomów na $n = 12$. Rok 1900 przynosi prace Juela i Frye, którzy badając *Asclepias cornuti* i *tuberosa*, stwierdzili obaj prawidłowe podziały mejotyczne, opisali szeregowe ułożenie tetrad oraz znaleźli w protoplazmie wrzecionowate ciała, o nieznanej im bliżej chemicznej naturze. Strasburger (1901) podał liczbę chromozomów dla *Asclepias* ($n = 10$) oraz zwrócił uwagę na nierozdzielność k. m. p. podczas podziałów. Dop (1902) opracowuje dalsze szczegóły, dotyczące rozwoju pyłku u *Asclepias cornuti*, zajmuje się także charakterem warstwy wyściełającej *Vincetoxicum officinale*. W tymże roku pojawiły się prace Frye (nad *Asclepias verticillata*) oraz Gagera (nad *Ascl. cornuti* i *A. tuberosa*), stanowiące potwierdzenie dotychczasowych badań.

W gotowej komórce pyłkowej stwierdzono obok jądra wegetatywnego, dwie komórki generatywne. W roku 1903 opublikował D o p badania nad *Cynanchum* i *Vincetoxicum officinale*, dotyczące głównie warstwy wyściełającej. Na warstwę tę zwraca też uwagę G u i g n a r d (1903), opisując wydzielanie przez tapetum *Asclepias* złocisto-żółtej substancji. W roku 1922 opisuje G u i g n a r d wrzecionowate ciała w cytoplazmie, znane już z pracy F r y e. Do ciał tych powraca jeszcze w 1933 P y - H u r e l, która dzięki dokładnym mikroreakcjom ustaliła ich białkowo-taninowy charakter. Wreszcie F i n n (1926) podał dokładny opis podziału i charakteru komórek generatywnych *Vincetoxicum officinale* i *V. nigrum*.

Jak z powyższego widać, wiadomości nasze, dotyczące embrjologii i cytologji rodziny *Asclepiadaceae*, opierają się głównie na danych, dotyczących rodzaju *Asclepias*. Celem mojej pracy było prześledzenie mejozy przy rozwoju męskiego gametofitu u paru gatunków *Vincetoxicum*.

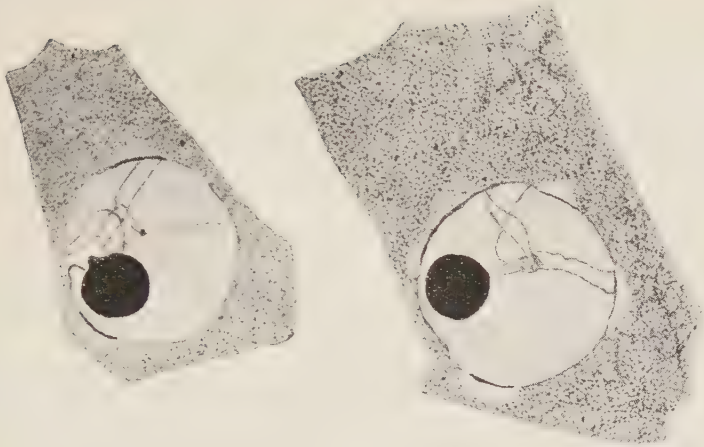
Materjał z pączków *Vincetoxicum medium*, *V. japonicum* i *V. officinale* utrwalony był w płynie N a w a s z y n a. Preparaty barwiłam hematoksyliną H e i d e n h a i n a albo gencjaną; błony podbarwiałam zielenią jasną.

* * *

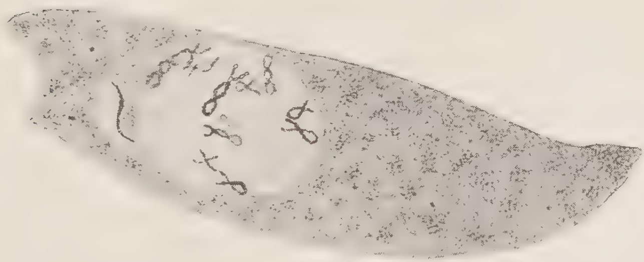
Na przekroju poprzecznym przez młody worek pylnikowy *Vincetoxicum officinale*, *medium* i *japonicum* widać trzy lub cztery komórki macierzyste pyłku, otoczone jednowarstwowem tapetum. Jądra zajmują w komórkach położenie centralne. Teren jądra spoczynkowego zajęty jest przez delikatną, słabo barwiącą się siateczkę. W okresie przemian profazowych wyodrębniają się długie nitki, układające się parami w sposób niezmiernie charakterystyczny (ryc. 93).

Po tak typowym leptotenie następuje silny skurcz masy karjotynowej. Zkolei rzeczy nici, rozplątujące się z kłębka synizezy, tworzą na terenie całego jądra typowe pętle pachytenowe. Już wówczas widoczne są w protoplaście czarno barwiące się ciała. Bez trudu można się przekonać, że są to straty wewnątrz wakuol. Ich białkowo-taninowy charakter daje się stwierdzić zapomocą reakcyj, podanych przez P y - H u r e l.

Stopniowo jądro przechodzi w stadjum diplotenowe, aż wreszcie w typowy strepsiten. Wówczas chromozomy, zakręcone spiralnie wokół siebie, tworzą 12 wyraźnych par (ryc. 94).



Ryc. 93.
Leptoten w kom. mac. pyłku *Vincetoxicum officinale*. × ± 1350.



Ryc. 94.
Vincetoxicum officinale, strepsiten; widoczne 12 par chromozomów. × ± 1350.

Wielokrotne obliczenia, dokonane na jądrach diakinetycznych, płytach metafazowych i anafazowych, dowodzą niezbicie, że haploidalna liczba chromozomów u *V. officinale* wynosi $n = 12$. Liczba ta powtarza się także u *V. medium* i *V. japonicum*.

Komórki diad ułożone są w szereg. Interfazowy charakter jąder trwa bardzo krótko, poczem następuje drugi podział. Tworzenie tetrad następuje więc według typu podziałów kolejnych (Dop, 1903; Schnarf, 1931). Tetrady wykazują wszędzie ułożenie szeregowe, tak charakterystyczne dla rodziny *Asclepiadaceae*. Gotowy pyłek tworzy z reguły zbitą tkankę,

otoczoną szeroką warstwą złoto-żółtej substancji. Reakcje mikrochemiczne wykazały skorkowacenie pochwy, otaczającej maczużkę (Guilliermond, Mangenot, Plantefol, 1933). Dojrzałe ziarno pyłkowe zawiera u wszystkich badanych przeze mnie gatunków jądro wegetatywne i podłużną, ostro zakończoną komórkę generatywną (Finn, 1926). Przez podział tej ostatniej dostajemy wszędzie pyłek trójjądrowy.

* * *

Tapetum wszystkich trzech gatunków badanych przeze mnie należy do typu wydzielniczego.

Jądra komórek warstwy wyściełającej dzielą się intensywnie w okresie synizezy k. m. p. Wynikiem tych podziałów są komórki dwujądrowe, które teraz wykazują znaczny wzrost. Okres między synizezą i tetradami k. m. p. charakteryzuje się najintensywniejszą pracą komórek warstwy tapetum. Świadczy o tem pojawianie się substancji, otaczającej archespor, a następnie i gotowy pyłek. W miarę wydzielania tej substancji błony komórek wydzielniczych wiotczeją coraz bardziej. Komórki trwają jednak nadal i można je jeszcze znaleźć w pylnikach z dojrzałym, trójjądrowym pyłkiem.

Streszczenie wyników.

W wyniku badań nad trzema gatunkami *Vincetoxicum*: *V. officinale*, *V. medium*, *V. japonicum* potwierdzono i dla tych roślin dane embrjologiczne Strasburgera, Chauveaud, Dopa i Finna jako to:

1) kolejny typ podziału k. m. p.
2) szeregowe ułożenie tetrad,
3) trójjądrowość dojrzałych ziarn pyłku,
4) wydzielniczy charakter k. wyściełających.
5) Liczba chromozomów dla wszystkich trzech wymienionych wyżej gatunków wynosi $n = 12$.

Literatura.

Dop, P. 1902. C. Rend. Acad. Sci., 135; 710 — 712.
— 1903. Dissertation. Paris — Toulouse.
Chauveaud, G. 1892. C. Rend. Acad. Sci., 114; 504 — 506.
— 1897. Thèse. Paris.

Finn, W. W. 1926. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 44; 133—137.
Frye, T. C. 1901. Bot. Gazette, 32; 325.
— 1902. Bot. Gazette, 34; 381.
Gager, C. S. 1902. Ann. of Botany, 16; 126
Guignard, L. 1903. C. Rend. Acad. Sci., 137; 19—24.
— 1922. C. Rend. Acad. Sci., 174; 1015—1024.
Guilliermond, A., Mangenot, G., Plantefol, L. 1933. Traité de Cytologie Végétale.
Py-Hurel, G. 1931 a. C. Rend. Acad. Sci., 191; 1406.
— 1931 b. C. Rend. Acad. Sci., 191; 1262.
Schnarf, K. 1931. Vergleichende Embriologie der Angiospermen. Berlin.
Strasburger, E. 1901. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 19; 50 — 61.

Zusammenfassung.

Die Arbeit enthält eine Untersuchung über die Pollenkornentwicklung bei folgenden drei *Vincetoxicum*-Arten: *V. officinale, medium* und *japonicum.* Die Beobachtungen von Strasburger, Chauveaud, Dopp und Finn konnten auch an diesen Objekten bestätigt werden. Im Besonderen wurden festgestellt:

1) die sukzedane Teilung der Pollenmutterzellen,
2) die reihenartige Anordnung der zu einem kompakten Gewebe zusammengeschlossenen Tetraden.
3) die Dreikernigkeit der Pollenkörner,
4) der sekretive Charakter der Tapetumschicht.
5) Die Chromosomenzahl beträgt bei allen drei erwähnten Arten, nach meinen Feststellungen, $n = 12$.

Institut f. allg. Bot. d. Uniw. Warschau.

Z. GOŁASZEWSKA
Zakład Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Warsz.

ROZWÓJ WORECZKA ZALĄŻKOWEGO U *ASPIDISTRA ELATIOR*.

(Die Entwicklung des Embryosackes bei *Aspidistra elatior*).

W pracy mojej z roku 1934 p. t. „Rozwój pyłku oraz analiza garnituru chromozomów u *Aspidistra elatior* [1]) podałam rezultaty dotyczące rozwoju pylników i pyłku u wyżej wymienionej rośliny. W komunikacie zaś niniejszym postaram się streścić wyniki badań nad rozwojem jej woreczka zalążkowego.

Pączki kwiatowe i rozwinięte kwiaty utrwalałam w płynach Lewitsky'ego (5:5), Taylor'a, Janaki-Ammal'a, Marchal'a i w sublimacie z kwasem octowym (wg. przepisu Milovidov'a, 1932).

Skrawki o grubości 10 — 20 μ barwiłam metodą Feulgen'a, Schaede'go, Newton'a i Pianese. Preparaty barwione kw. fuksynosiarkowym, wg. Feulgen'a, podbarwiałam zielenią w olejku goździkowym lub „Wasserblau"; najwyraźniejsze wszakże obrazy otrzymałam po zastosowaniu Orange G w olejku goździkowym.

I. Budowa zalążni i typ zalążków.

Zalążnia u *Aspidistra elatior* powstaje przez zrośnięcie się trzech owocolistków i zawiera trzy komory.

---

[1]) Acta Soc. Bot. Poloniae, vol. XI.

W każdej z komór dwa odwrócone zalążki zajmują położenie centralne i marginalne, (wg. terminologji używanej przez Wettstein'a). Dwie osłonki w stadjum woreczka czterojądrowego stykają się, pozostawiając wyraźne mikropyle.

Zalążki te zatem należą do typu „crassinucellatae bitegminatae" Warming'a.

II. Rozwój woreczka zalążkowego.

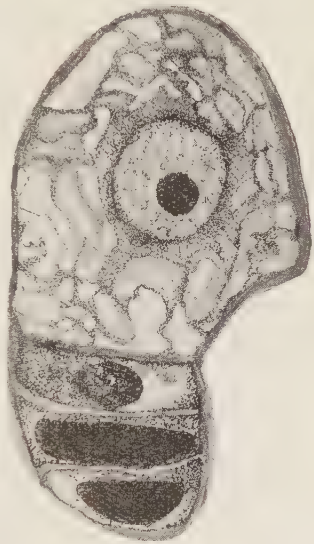
Od chwili, gdy komórka pramacierzysta wor. zal. przestaje się dzielić, rozrasta się ona, a w jądrach zachodzą charakterystyczne zmiany, właściwe podziałowi redukcyjnemu (ryc. 95). Ponieważ przebieg podziału redukcyjnego z uwagi



Ryc. 95.
Komórka macierzysta woreczka zalążkowego w okresie podziału redukcyjnego. Ośrodek wystaje jeszcze ponad osłonki. Powiększenie × ± 600.

na zachowanie się jąderek stał się przedmiotem moich osobnych badań, przeto w komunikacie niniejszym przechodzę odrazu do opisu tetrady. Tworzenie się tetrady przebiega według typu A „row of four" Rutgers'a (1923). Z czterech mniej więcej równych tetraspor, ułożonych szeregiem, trzy dolne degenerują, a górna rozwija się w woreczek zalążkowy (ryc. 96).

Po jej podziale jądra dolnych megaspor zanikają całkowicie tak, że w stadjum dwujądrowego woreczka niema z nich ani śladu. Pomiędzy dwoma jądrami tworzącego się woreczka powstaje, jak zwykle, wakuola, rosnąca w miarę wydłużania się komórki (ryc. 97).



Ryc. 96.
Tetrada w chwili, gdy widać już degenerację dolnych makrospor. × ± 1500.

Z chwilą, kiedy dwa te jądra zajmują stanowiska na biegunach makrospory, — występują już różnice, o których mówi Rutgers (1923), pomiędzy strefą jąder mikropylarnych i chalazalnych woreczka.

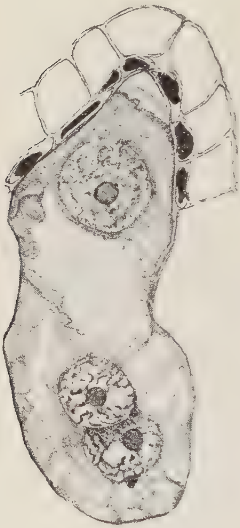
Różnice, o których mowa, występują całkiem wyraźnie na preparatach, barwionych metodą Feulgen'a. W spoczynkowem jądrze chalazalnem wówczas w pobliżu bezbarwnego, a raczej słabo barwiącego się orange'm jąderka widać bezkształtną ziarnistą bryłkę, barwiącą się podobnie jak chromozomy.



Ryc. 97.
Woreczek dwujądrowy. Obok jąderka w jądrze chalazalnem widać niewielką bryłkę. × + 1500. W reprodukcji zmniejszono o $^1/_3$.

W podziale obu jąder woreczka brak synchronizmu: czasem jądro mikropylarne dzieli się wcześniej, a czasem chalazalne,— ten ostatni wypadek spotyka się znacznie częściej (ryc. 98). W mojem przekonaniu, są to przejawy zaznaczającej się zapewne już we wczesnych stadjach rozwoju woreczka zalążkowego różnicy fizjologicznej pomiędzy dwoma wyżej wspomnianemi grupami jąder. Na rycinie 98 jądro mikropylarne jest duże, ale posiada jeszcze strukturę właściwą jądru spoczynkowemu, natomiast na biegunie chalazalnym widać podzielone już jądra w profazie następnego podziału. Na błonie, a nie-

kiedy tuż pod nią w jądrach tych znów spotykałam ziarniste bryłeczki, barwiące się metodą Feulgen'a na kolor czerwono-fiołkowy. W woreczkach czterojądrowych (ryc. 99) mikropylarne jądra są zwykle większe niż chalazalne. W pobliżu tych ostatnich spotykałam na terenie cytoplazmy bryłki, które, jak sądzę, zostały wyrzucone poza teren jądra.



Ryc. 98.
Woreczek trójjądrowy. Jądro mikropylarne jeszcze nie podzieliło się; natomiast w siostrzanych jądrach chalazalnych tuż pod błoną widać ziarniste bryłeczki. W reprodukcji zmniejszona do $^1/_2$. $\times \pm 1700$.

Ponieważ pojawianiu się ziarnistych bryłek, wykazujących dodatnią reakcję Feulgen'a, w jądrach chalazalnych towarzyszy zmniejszanie się objętości jąder znacznie szybsze niż przy biegunie mikropylarnym, przeto sądzę, że zachodzi tu zjawisko częściowej eliminacji chromatyny.

Podobne zjawisko znane jest z pracy Shimamur'y (1931 r.) nad *Ginkgo*, gdzie również towarzyszyło ono zmniejszaniu się jąder.

W pracy Samuels'a (1912 r.) nad rozwojem woreczka zalążkowego u *Gunnera* na jego rys. 8 tab. III, w okresie woreczka czterojądrowego jedno z jąder leży przy biegunie mikropylarnym i jest większe od trzech pozostałych, na których autor rysuje w pobliżu jąderek bezkształtne bryłki, nic wszakże o nich w opisie nie wspominając. W dalszych stadjach rozwoju woreczka u *Gunnera* tylko większe jądro pozostaje nadal w strefie mikropylarnej i dzieli się (co widoczne jest na rys. 9, 10, 11 i 12 tab. III), pozostałe



Ryc. 99.
Woreczek czterojądrowy. $\times \pm 1600$. W reprodukcji zmniejszona do $^1/_2$.

trzy skupiają się przy biegunie chalazalnym i również ulegają dalszym podziałom, w wyniku których gotowy woreczek zawiera 16 jąder. Chociaż jak już wspomniałam autor pomija milczeniem ważny szczegół zjawiania się na spoczynkowych jądrach chalazalnych bezkształtnych bryłek, tem nie mniej rysunki jego przemawiają za tem, że i u *Gunnera* daje się zaobserwować analogiczne zjawisko, jakie zachodzi i u *Aspidistra elatior*.

Samuels barwił swoje objekty hematoksyliną Delafield'a lub Heidenhain'a i zapewne owe bryłki wybarwiały się podobnie do jąderek, zwłaszcza, jeżeli leżały nad jąderkiem, trudno było autorowi odróżnić granicę bryłek od terenu jąderka (jak widzimy na ryc. 8 tab. III w najniżej położonem jądrze). Dopiero zastosowanie metody Feulgen'a pozwala stwierdzić, że bryłki te zawierają chromatynę i świadczą o zachodzącym w czasie rozwoju woreczka zalążkowego procesie częściowej jej eliminacji. Termin „eliminacja chromatyny" stosuję nie w pojęciu diminucji, która występuje na objektach zwierzęcych w trakcie pierwszych podziałów bruzdkowania, a raczej w sensie używanym przez botaników (Baranetzky, 1880; Strasburger, 1882; Mottier, 1903; Juel, 1897; Miyake, 1900; S. Nawaschin, 1911; Milovidov, 1933).

Na moim materjale eliminacja, jak już zaznaczyłam, towarzyszy zmniejszeniu wymiarów jąder i wczesnej degeneracji aparatu antypodowego.

W gotowym woreczku ośmiojądrowym rzuca się w oczy niezwykle silna budowa aparatu jajowego w przeciwieństwie do antypodowego (ryc. 100). Nawet jądro biegunowe sąsiadujące z antypodami jest nieco mniejsze od drugiego, powstałego przy biegunie mikropylarnym. Stosunek ten stanowi niejako efekt końcowy częściowej eliminacji chromatyny z jąder chalazalnych.

Na materjale utrwalanym w płynie Taylor'a lub Lewitsky'ego spotykają się na terenie gotowego woreczka zalążkowego wiązki rafidów, otoczone piankowatą substancją przypominającą nieco śluz.

Prócz tego pomiędzy aparatem jajowym i antypodowym spotykałam ziarna skrobi w skupieniach po kilka lub rozsiane w cytoplazmie pojedyńczo.

W komórce jajowej również często obserwowałam skrobię, co wskazuje na obecność w niej plastydów. Jednak nie

spotykałam jej w tak wielkiej ilości, jak np. u *Haemanthus* (Wóycicki, 1929).



Ryc. 100.

Gotowy woreczek ośmiojądrowy. W centralnej części woreczka spoczywa wiązka rafidów. Na terenie plazmy komórki jajowej widać ziarna skrobi, świadczące o obecności plastydów. W synergidach rozwija się silnie aparat nitkowy („Fadenapparat"). Lewa synergida leży nieco głębiej niż prawa, która jest przegięta. Na terenie komórki bielmotwórczej leży mnóstwo ziaren skrobi pojedyńczo lub w skupieniach. Jądra biegunowe zlewają się. Antypody w fazie degeneracji $\times \pm 1500$. W reprodukcji zmniejszono do $^1/_2$.

W synergidach łatwo dal się zaobserwować t. zw. aparat nitkowy („Fadenapparat"); najwyraźniejszy jest on po zabarwieniu skrawków metodą Schaede'go.

Barwa zielonkawa, a potem zdecydowanie zielona pasm aparatu nitkowego zaczynała pojawiać się od strony mikropyle w miarę wykształcania się błon w synergidach. Pasma te wydłużały się w kierunku wakuoli poza jądro i wreszcie two-

rzyły cały rozgałęziony aparat. Ponieważ synergidy na moim materjale są bardzo duże, a wakuole skupiają się w dolnej części komórek, aparat nitkowy, wykształcający się z cytoplazmy, może służyć jako droga, którą substancje tropiczne wędrują z wakuol ku mikropyle.

Dolne jądro biegunowe długo pozostaje w pobliżu antypod. Górne opuszcza się ku niemu szlakiem przy błonie. Oba jądra stopniowo łączą się aż do całkowitego zlania się i pozostają na tem bocznem stanowisku przez dłuższy okres.

Antypody, jak już wspomniałam, degenerują wcześnie.

Plazma ich ulega silnej wakuolizacji i resorbcji, a jądra karjoreksji.

Streszczenie.

1. Zalążnia u *Aspidistra elatior* powstaje z trzech owocolistków i zawiera 3 komory. W każdej z komór 2 odwrócone zalążki przymocowane są centralnie.

2. Zalążki należą do typu „crassinucellatae bitegminatae" Warming'a.

3. W rozwoju woreczka zalążkowego stadjum tetrady, zbudowanej według typu A „row of four" Rutgers'a (1923), oraz budowa gotowego ośmiojądrowego woreczka wskazują na to, że rozwój przebiega według typu normalnego.

4. W trakcie kolejnych stadjów rozwojowych woreczka zalążkowego u *Aspidistra elatior* daje się zauważyć zjawisko częściowej eliminacji chromatyny w jądrach strefy chalazalnej (ryc. 97, 98 i 99), obserwowane przy zastosowaniu reakcji Feulgen'a.

5. Aparat antypodowy degeneruje b. wcześnie.

6. Na terenie gotowego woreczka zalążkowego po utrwalaczu Lewitsky'ego lub Taylor'a w kom. jajowej widać skrobię, świadczącą o obecności w niej plastydów. Liczne ziarna skrobi występują również w plazmie komórki bielmotwórczej. Do wyjątkowo ciekawych należą woreczki z wiązką rafidów (ryc. 100) w obrębie terenu zajętego zwykle przez wakuolę.

Literatura.

1. Baranetzky, J. 1880. „Die Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Tradescantien". Bot. Zeitung.
2. Bělař, K. 1928. „Die cytologischen Grundlagen der Vererbung". Handbuch d. Vererbungswiss. Lf. g. 5. Berlin.
3. Haberlandt, H. 1925. „Zur Embryologie und Cytologie von *Allium odorum*". Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 48.
4. Jacobsson-Stiasny, E. 1916. „Zur Fragen vergleichender Embryologie der Pflanzen" Sitzber. d. Kaiser. Ak. d. Wiss., Wien.
5. Janaki-Ammal, E. K. 1931. „Chromosome studies in *Nicandra physaloides*" La Cellule. t. 41.
6. Juel, H. 1897. „Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocalis fulva* und die bei denselben auf tretenden Unregelmässigkeiten". Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.
7. Milovidov, G. F. 1932. „Einfluss von Wasser hoher Temperatur auf den Kern den Pflanzenzellen in Lichte der Nuklealreaktion". Protoplasma. Bd. 17.
8. — 1933. „Über die nukleale Natur der „Chromatinnukleolen" und anderer Körperchen bei *Zebrina pendula*. (Studie mit der Nuklealreaktion)". Zeitschr. f. Zellforsch. u. Mikr. Anat. Bd. 19.
9. Miyake, K. 1905 a. „Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen". Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42.
10. Modilewski, J. 1911. „Über die anormale Embryosackentwicklung bei *Euphorbia palustris* L. and anderen *Euphorbiaceen*", Ber. d. Deutsch bot. Ges. Bd. 19.
11. Mottier, D. M. 1903. „The behavior of the chromosomes in the spore mother-cells of higher plants et c.". Bot. Gazette. V.35.
12. Müller, Cl. 1912. „Kernstudien in Pflanzen" I und II. Arch. f. Zellforsch. Bd. 8.
13. Nawaschin, S G.. 1911. „Über eine Art der Chromatindiminution bei *Tradescantia virginica*" Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 29.
14. — 1927. Zellkerndimorphismus bei *Galtonia candicans* Des. und verwandten Monokotylen" Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 45.
15. Palm, B. 1915. „Konstruktionstypus und Entwicklungswege des Embryosackes der Angiospermen". Diss. Stockholm.
16. Rutgers, F. L. 1923. „The female gametophyte of Angiosperms". Diss. Leiden.
17. Samuels, J. A. 1912. „Etudes sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation du *Gunnera macrophylla* Bl." Arch. f. Zellf. Bd. 8.
18. Shimamura, T. 1931 „A note on the mitotic division in the proembryo of *Ginkgo*, with special reference to a chromatinelimination". Bot. Mag. Tokyo. t. 45 No. 539.
19. Schaede, R. 1925, „Über den Bau der Spindelfigur". Beitr. Biol. d. Pfl. 14.

20. Schnarf, K. 1931. „Vergleichende Embryologie der Angiospermen". Berlin.
21. Strasburger, E. 1882. „Über den Teilungsvorgang der Zellkerne". Usw. Bonn.
22. Tischler, G. 1934. „Allgemeine Pflanzenkaryologie".
23. v. Wettstein, R. 1924. „Handbuch der systematischen Botanik". Leipzig — Wien.
24. Wóycicki, Z. 1929. „Die Entwicklung des Embryosackes bei *Haemanthus Katharinae*". Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. VI. No. 3.

Zusammenfassung.

1. Der Fruchtknoten von *Aspidistra elatior* setzt sich aus drei Fruchtblättern zusammen und enthält 3 Kammern. In jeder Kammer liegen zwei anatrope Samenanlagen mit zentraler Plazenta.

2. Die Samenanlagen von *A. elatior* gehören dem Typus „crassinucellatae bitegminatae" von Warming an.

3. Das Tetradenstadium, nach Typus A „row of four" von Rutgers gebildet, sowie die fertige, achtkernige Samenanlage weisen darauf hin, dass die Entwicklung der Samenanlage nach dem „Normaltypus" verläuft.

4. Im Laufe der nacheinanderfolgenden Entwicklungsstadien lässt sich in den Kernen der Chalazazone die teilweise Chromatinelimination, die nach Anwendung der Feulgen'schen Methode zutagetritt, gut und leicht verfolgen.

5. Der Antipodenapparat degeneriert sehr früh.

6. Bei Anwendung der Fixierlösung von Lewitsky oder derjenigen von Taylor kommen in der Eizelle Stärkekörner zum Vorschein, die von der Anwesenheit von Plastiden zeugen. Auch im Plasma der endospermbildenden Zelle sind zahlreiche Stärkekörner vorhanden. Einen sehr merkwürdigen Fall stellen diejenigen Samenanlagen vor, in welchen in der Mitte des Embryosackes über den gerade verschmelzenden Polkernen ein Raphidenbündel auftritt.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.

HELD ALICJA i MAJORKIEWICZ MARJA

Zakł. Botaniki Og. Uniw. Warsz.

ROZWÓJ I ZWYRODNIENIE APARATU ANTYPODOWEGO U *TRITICUM* DURUM DESF. I *TRITICUM VULGARE* VILL.

(Die Entwicklung und Degeneration des Antipodenapparates bei *Triticum durum* Desf. und *T. vulgare* Vill.)

Wstęp.

Z prac nad rozwojem woreczka zalążkowego i nad charakterem antypod wiemy, że u wielu gatunków roślin występują one w liczbie większej, niż trzy, którą to liczbę Strasburger uważał za normalną.

Takiem pomnożeniem antypod charakteryzuje się przedewszystkiem wiele gatunków roślin z pośród rodziny *Gramineae*. Zwróciło to na siebie baczną uwagę badaczy, dzięki czemu zaczęto się zastanawiać nietylko nad ich charakterem morfologicznym, ale i czynnością fizjologiczną, jaką antypody mają do spełnienia w życiu woreczka zalążkowego i zarodka. Rozwojowi wszakże i procesom degeneracji aparatu rzeczonego poświęcano mniej uwagi. Liczne dane dotyczące antypod zawdzięczamy pracom Hofmeister'a (1858 i 1861), Fischer'a (1880), Westermaier'a (1892), Golińskiego (1893), Koernicke'go (1896), Lötscher'a (1905), Weatherwax'a (1919 i 1926), Shadowsky'ego (1926) i innych.

Shadowsky w swej pracy z 1926 r. podaje na str. 354 tabelę, w której zestawił wyniki badań swoich i innych autorów, dotyczących morfologji antypod. Z tabeli tej wynika: 1) że z pośród 45 zbadanych gatunków traw 36 miały liczbę antypod większą niż 3 i 2) że u większości zbadanych traw położenie antypod w woreczku zalążkowym było boczne.

Co do sposobu rozmnażania się antypod zdania są podzielone. A więc Koernicke (1896) przypuszcza, że u *Triticum compactum* antypody dzielą się wyłącznie amitotycznie. Weatherwax (1926) podaje dla *Zea Mays* mitozę w młodszych i amitozę w starszych antypodach. Shadowsky (1926) obserwował w nich również mitozę i amitozę.

Prac, poruszających sprawę aparatu antypodowego specjalnie u rodzaju *Triticum*, jest niewiele. Pierwsze dane znajdujemy u Hofmeister'a (1861), który znalazł u różnych gatunków rodzaju *Triticum* większą liczbę antypod (6 — 12). Goliński (1893) podaje rozwój i degenerację aparatu antypodowego u *Triticum vulgare*, Koernicke (1896) zaś u *Triticum compactum*. Znacznie pobieżniejsze wzmianki o antypodach znajdujemy u Lötscher'a (1905) (*Triticum repens* i *Triticum vulgare*).

Pewne dane o antypodach można znaleźć również w całym szeregu badań genetycznych lub dotyczących rozwoju bielma. Jednak autorzy ich wspominają o tych elementach tylko mimochodem.

Celem pracy niniejszej było: 1) zbadanie rozwoju aparatu antypodowego i jego degeneracji ze szczególnem uwzględnieniem charakteru podziałów jąder komórek antypodowych i zachowania się tkanki ośrodka podczas rozwoju woreczka zalążkowego, 2) stwierdzenie, czy istnieją różnice w budowie aparatu antypodowego u *Triticum durum* i *Triticum vulgare*.

Materjał i metoda.

Materjał został zebrany w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Słupki oczyszczone z plew i plewek utrwalono w płynie Nawaschina. Drobniejszy materjał przed zatapianiem w parafinie zabarwiałyśmy eozyną dla uwidocznienia go na skrawkach i ułatwienia sobie w ten sposób zachowania kolejności skrawków. Skrawki barwione były

hematoksyliną Heidenhaina, a błony podbarwiane zielenią jasną. Grubość skrawków wynosiła od 7 — 10 μ. Rysunki wykonałyśmy przy zastosowaniu aparatu rysunkowego Abbégo, homog. imm. $^1/_{12}$ Reicherta, obj. 3 Reicherta i okularów 5 x, 7 x, 10 x i 15 x Zeissa.

Rozwój aparatu antypodowego.

Triticum durum Desf. jak i *Triticum vulgare* Vill. posiadają taką samą budowę zalążka, jaką podał Goliński (1893) dla *Triticum vulgare*. Po trzecim przeto podziale dojrzewania, z ośmiu jąder woreczka cztery górne, leżące w końcu mikropylarnym, tworzą synergidy, komórkę jajową i górne jądro biegunowe, cztery dolne zaś jądro biegunowe dolne i trzy antypody. U *Triticum durum* jądra tworzące antypody zaraz po swej rekonstrukcji otaczają się plazmą na której powierzchni wytwarza się cienka oponka plazmatyczna, tak że trzy antypody od samego początku istnienia są wyraźnie od siebie odgraniczone (ryc. 101). Natomiast u *Triticum vulgare* odgraniczenie między antypodami początkowo jest niewidoczne i dopiero w późniejszych stadjach, gdy antypod jest już więcej niż trzy, około każdego jądra odgranicza się w łuku część plazmy, naokoło której wytwarza się cienka oponka plazmatyczna (ryc. 102).



Ryc. 101 *Triticum durum* Desf. Przekrój podłużny przez 8-jądrowy woreczek zalążkowy. × ± 500.

Plazma komórek antypodowych jest gęsta, ziarnista i zabarwia się ciemniej od plazmy komórki centralnej. Jądra antypodowe od samego początku różnią się tem, że są mniejsze od jądra komórki jajowej oraz jąder biegunowych i silniej wybarwiają się hematoksyliną. Substancja chromatynowa w postaci ziarenek skupia się przeważnie na powierzchni jąder. W następnych okresach rozwojowych znaleziono u *Triticum durum* woreczki zalążkowe o 6, 13, 27 i 36 antypodach, u *Triticum vulgare* takie o 12, 16, 22, 24 i 36 antypodach.

Zmiany, jakie zachodzą w aparacie antypodowym w związku z rozrastaniem się woreczka zalążkowego zostały dokładniej zbadane u *Triticum durum*.

Począwszy mniej więcej od tego stadjum, gdy aparat antypodowy składa się z dwudziestu kilku antypod, woreczek



Ryc. 102

Triticum vulgare Vill, Przekrój podłużny przez woreczek zalążkowy. W dolnej części woreczka nierozczłonkowana ziarnista plazma, zawierająca liczne jądra. × ± 600.

zalążkowy, który dotychczas tylko nieznacznie się powiększał, teraz zaczyna się gwałtownie rozrastać w kierunku poprzecznym. Rozrastanie to zaczyna się zawsze w określonem miejscu i zależy od charakteru komórek ośrodka. Ryc. 103 przedstawia podłużny przekrój całego zalążka. Na wysokości jąder bielmowych (w pobliżu epidermy) znajdują się w środku komórki mniejsze, a częste podziały wskazują na to, że w tem miejscu znajduje się teren wzmożonego rozrostu tej części zalążka. Nieco niżej, (na rysunku z lewej strony woreczka)

komórki są większe. Tutaj stopniowo odbywa się ich resorbcja. Na rysunku z prawej strony, na wysokości antypod,



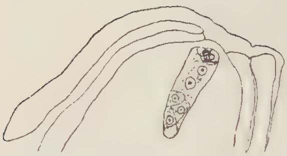
Ryc. 103

Triticum durum Desf. Podłużny przekrój zalążka i woreczka zalążkowego. $\times \pm 330$. W reprodukcji zmniejszony do $^1/_2$.

komórki ośrodka są wielkie i już się nie dzielą. Komórki te są przeznaczone do szybkiego zaniku i w ich właśnie kierunku odbywa się dalszy rozrost woreczka zalążkowego.

Inaczej zachowują się komórki w części chalazalnej pod antypodami. Tutaj zaczyna się tworzyć postament. Błony komórkowe silnie łamiące światło są zdrewniałe i opierają się rezorbcji, która tutaj jest minimalna i odbywa się tylko w najbliższem sąsiedztwie antypod. W warstwach natomiast głębiej leżących komórki stale się dzielą, przyczem powstaje więcej nowych komórek, niż zostaje zniszczonych przez rezorbcję. Odstęp pomiędzy antypodami a nasadą zalążka się nie zmniejsza, lecz przeciwnie, zwiększa się i w ten sposób tworzy się postament, na którym w późniejszych stadjach mieszczą się antypody.

Skutkiem opisanych warunków wzrostu dotychczasowa oś woreczka zalążkowego zostaje przesunięta w bok i antypody, pozostając na miejscu w części chalazalnej, przyjmują w woreczku zalążkowym położenie boczne. Pozorne to przesunięcie ilustruje ryc. 104 i 105.



Ryc. 104.



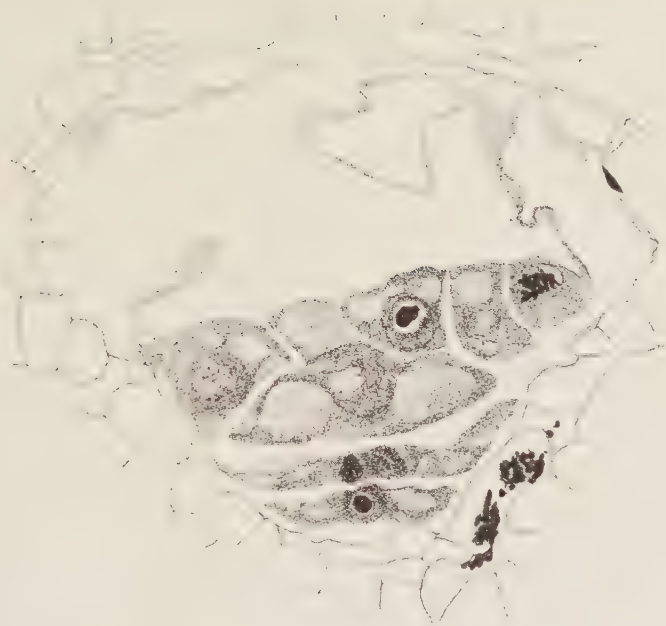
Ryc. 105.

Triticum durum Desf. Podłużny przekrój zalążka i woreczka zalążkowego. Ryc. 104 woreczek zalążkowy ośmiojądrowy, ryc. 105 woreczek zalążkowy podczas zapłodnienia.

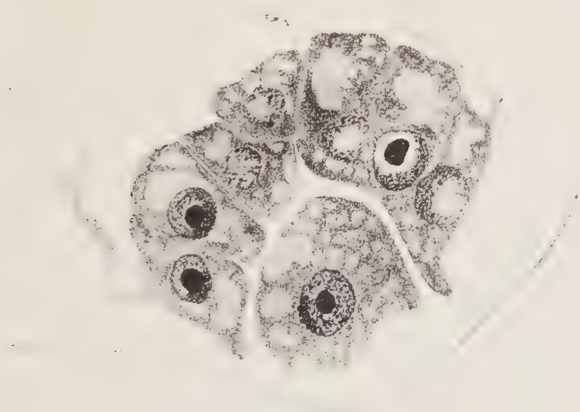
Równocześnie z zaczynającem się tworzyć bocznem uwypukleniem woreczka w rozwoju aparatu antypodowego zaczynają zachodzić zasadnicze zmiany. Dolne antypody, zwrócone ku części chalazalnej, przestają się teraz dzielić. Dzielą się już tylko górne. Z obserwacyj szczegółowych wynika, że w dalszym ciągu dzielą się komórki pochodzące z tej komórki antypodowej, której jądro jest jądrem siostrzanem dolnego jądra biegunowego. Komórki antypodowe po ostatnim w nich podziale szybko rosną. Jednocześnie rosną ich jądra i jąderka. W plazmie występują wakuole. Dominuje jedna, później niekiedy dwie duże wakuole, obok których pojawia się cały szereg mniejszych (ryc. 106, 107 i 109). Zachodzi to jeszcze przed ostatniemi podziałami w aparacie antypodowym.

Ryc. 106 przedstawia jedną z komórek w stadjum metafazy. Rozwój aparatu antypodowego jest skończony równocześnie z dojrzałością do zapłodnienia komórki jajowej.

Zmiany kształtu całego aparatu antypodowego, spowodo-



Ryc. 106.
Triticum durum Desf. Podłużny przekrój przez aparat antypodowy. × ± 900.
W reprodukcji zmniejszony o 1/3.



Ryc. 107.
Triticum vulgare Vill. Podłużny przekrój przez aparat antypodowy. × ± 900.
W reprodukcji zmniejszony o 1/3.

wane przez uwypuklenie boczne woreczka zalążkowego, stają się jeszcze wyraźniejsze po zapłodnieniu. Wtedy mianowicie, równocześnie z rozrastającym się woreczkiem zalążkowym, cały aparat antypodowy wydłuża się w kierunku nowej osi woreczka zalążkowego i mieści się na postamencie ciągnącym się wzdłuż brózdy tworzącego się nasienia. Jednocześnie wydłużają się poszczególne komórki antypodowe.

Podczas zapłodnienia dają się w antypodach zaobserwować po raz pierwszy grubsze błony. Reakcja z chlorcynkjodem wykazała ich charakter celulozowy. Wytworzenie błon celulozowych u antypod podczas, albo dopiero po zapłodnieniu, wykazał już w swoim czasie Huss (1906) dla różnych gatunków rodzin *Ranunculaceae*, *Berberidaceae* i *Papaveraceae*. Błony celulozowe znalazłyśmy również dopiero w późniejszych okresach rozwojowych u antypod *Triticum vulgare* Vill.

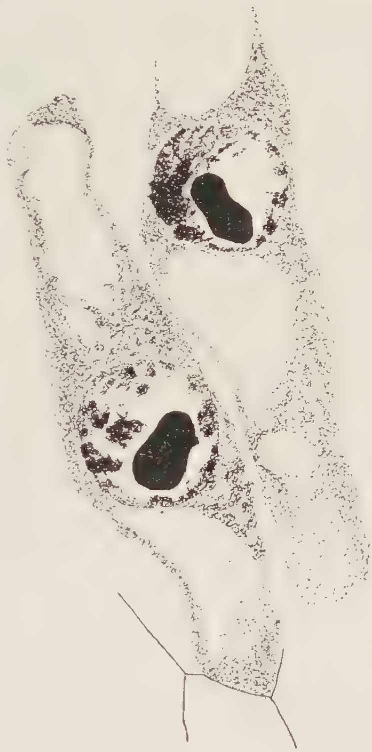
Budowa aparatu antypodowego w dojrzałym woreczku *Triticum vulgare* różni się cokolwiek od aparatu u *Triticum durum*. U *Triticum durum* mianowicie antypody leżą jedne nad drugiemi w kilku warstwach (ryc. 106), u *Triticum vulgare* natomiast cały szereg komórek otacza kopulasto jedną lub kilka komórek podstawowych (ryc. 107).

Degeneracja antypod.

Trudno powiedzieć, kiedy się rozpoczyna degeneracja antypod. Wakuolizacja następuje, jak wspomniano już wyżej, jeszcze przed zapłodnieniem, wtedy, gdy górne antypody nadal się dzielą. Do czasu zapłodnienia wakuolizacja ta postępuje coraz bardziej naprzód, tak, że już w czasie zapłodnienia plazma niektórych komórek antypodowych ma strukturę gąbczastą. Zachodzi przeto tutaj „vakuolige Degeneration des Plasmas" (Küster, 1929). Dolne antypody, nie dochodząc do znacznych rozmiarów degenerują stosunkowo wcześnie po zapłodnieniu, górne zaś dochodzą do olbrzymich wprost rozmiarów—o czem pojęcie dają ryc. 101 i 108, zrobione przy tem samem powiększeniu. Degenerują one dopiero wtedy, gdy w bielmie wytworzyły się błony komórkowe.

Początek degeneracji jądra zaznacza się tem, że substancja chromatynowa gromadzi się w mniejszych lub więk-

szych kłaczkach pod błoną jądrową. Takiego rozpadania w „der Kernfaden... in Stücke..." o jakiem mówi Koernicke[1]), lub na regularne dzielące się ziarna chromatynowe, jak opisuje Goliński[2]), nie zaobserwowałyśmy. Jednocześnie jąderko traci swój kształt kulisty i wydłuża się (ryc. 108). Występują w nim wakuole, które uwydatnia safranina, lecz które maskuje barwienie hematoksyliną. Wspominają o tych wakuołach również Koernicke (1896) i Goliński (1893, „Endonucleolen"). Z dalszego zachowania się jąder wynika, że degeneracja ich odbywa się drogą karjochalazy (Tischler, 1934). Substancja chromatynowa stopniowo zanika, jąderko coraz bardziej zwiększa swoją objętość i przyjmuje coraz bardziej nieregularne kształty, a wkońcu rozpada się na części. Błona jądrowa zanika, resztki antypod ulegają zgnieceniu i w rezultacie tylko ciemne pręgi między komórkami bielma i komórkami ośrodka wskazują na to, że tu kiedyś istniały antypody (ryc. 109).



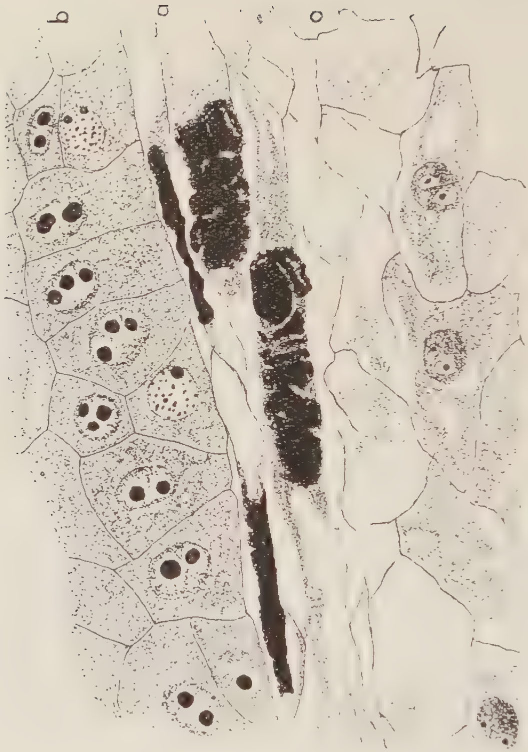
Ryc. 108.
Triticum durum. Degenerujące antypody. × ± 500.

Ostatnie resztki antypod można jeszcze zaobserwować w ziarnach, których wielkość wynosi $^2/_3$ dojrzałych nasion. Badania nad degeneracją antypod u *Triticum vulgare* wykazały, że odbywa się ona w ten sam sposób co u *Triticum durum.*

---

[1]) Str. 179, fig. 12 i 13.

[2]) Str. 69, fig. 23, 24, 25, 26 i 27.



Ryc. 109.
Triticum durum Desf. Końcowe stadjum degeneracji antypod.
a — antypody, b — bielmo, o — komórki ośrodka. × ± 500.

Zestawienie wyników.

1. Zwiększenie liczby antypod zaczyna się u *Triticum durum* i *Triticum vulgare* bezpośrednio po wytworzeniu ośmiojądrowego woreczka zalążkowego i kończy się przed zapłodnieniem. Liczba komórek antypodowych dochodzi u obydwu gatunków do 36.

2. Komórki antypodowe u *Triticum durum*, od samego początku, są zawsze wyraźnie od siebie oddzielone. U *Triticum vulgare* natomiast granice między poszczególnemi protoplastami w młodszych okresach rozwojowych są niewidoczne

i dopiero później wytwarzają się wyraźne oponki plazmatyczne.

3. Antypody przed zapłodnieniem posiadają tylko oponki plazmatyczne, w czasie zapłodnienia wytwarzają się błony celulozowe.

4. Antypody u *Triticum vulgare* jak i u *Triticum durum* dzielą się zarówno we wcześniejszych jak i późniejszych stadjach wyłącznie mitotycznie.

5. Początkowo antypody leżą w dolnej części podłużnej osi woreczka zalążkowego, później, na skutek jednostronnego wzrostu woreczka zalążkowego, otrzymują położenie boczne pozostając jednakże nadal w końcu chalazalnym.

6. Kształt aparatu antypodowego i jego poszczególnych komórek jest zmienny i zależy od stadjum rozwoju woreczka zalążkowego. Budowa aparatu antypodowego u *Triticum durum* i u *Triticum vulgare* różni się ułożeniem komórek antypodowych względem siebie.

7. Antypody są jednojądrowe.

8. Degeneracja antypod zaczyna się mniejwięcej w czasie zapłodnienia. Dolne antypody degenerują wcześniej, górne dochodzą do olbrzymich rozmiarów i degenerują później.

9. Resztki antypod znajdują się jeszcze w ziarnach, które mają już $^2/_3$ wielkości dojrzałych nasion.

Literatura.

1. Brenchley W. E. 1909. On the strenght and development of the grain of wheat *(Triticum vulgare)*. Annals of Botany. Vol. XXIII.
2. Fischer A. 1880. Zur Kenntnis der Embryosackentwicklung einiger Angiospermen. Jenaische Zeitschrift für Nat. Bd. 14.
3. Goliński St. J. 1893. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Androeceums und des Gynaeceums der Gräser. Bot. Zentralbl. Bd. LV.
4. Hofmeister W. 1858. Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. Jahrbücher für wiss. Bot. Herausgeg. von Dr. N. Pringsheim. Bd. 1.
5. Hofmeister W. 1861. Neue Beiträge zur Erkenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. Abh. d. K. S. Gesellschaft der Wiss. Bd. VII.
6. Huss H. A. 1906. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Antipoden. Beihefte zum Bot. Zentralblatt. Bd. XX. Abt. 1.

7. Koernicke Max 1896. Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Sexualorgane von *Triticum*, mit besonderer Berücksichtigung der Kernteilungen. Verhandlungen des Naturhist. Ver. der preuss. Rheinlande. 53 Jahrg. II-te Hälfte.
8. Küster E. 1929. Pathologie der Protoplasmas. I Teil.
9. Lötscher K. 1905. Ueber den Bau und die Funktion der Antipoden in der Angiospermen-Samenanlage. Flora. Bd. XCIV.
10. Schnarf K. 1929. Embryologie der Angiospermen.
11. — 1931. Vergleichende Embryologie der Angiospermen.
12. Shadowsky A. E, 1926. Der Antipodiale Aparat bei Gramineen. Flora. Neue Folge. Bd. 20.
13. Strasburger E. 1879. Die Angiospermen und die Gymnospermen.
14. Tischler G. 1934. Allgemeine Pflanzenkaryologie. Handbuch der Pflanzenanatomie.
15. Weatherwax Paul. 1919. Gametogenesis and fecundation in *Zea Mays* as the basis of xenia and heredity in the endosperm. Bulletin of the Torrey Bot. Club. Vol. 46, Nr. 3.
16. Weatherwax Paul. 1926. Persistence of thc antipodal tissue in the development of the seed of maize. Bull. of the Torrey Bot. Club. Vol. 53, Nr. 6.
17. Westermaier M. 1892. Zur Embryologie der Phanerogamen, insbesondere über die sogenannten Antipoden. Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Germanicae Nat. Curiosorum. Bd. 57.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Die Vermehrung der Antipoden beginnt bei *Triticum durum* und *Triticum vulgare* unmittelbar nach Ausbildung des achtkernigen Embryosackes und endigt vor der Befruchtung. Die Zahl der Antipoden steigt bis zu 36 an.

2. Bei *T. durum* sind die Antipodenzellen immer von Anbeginn deutlich voneinander abgegrenzt. Dagegen sind bei *T. vulgare* diese Abgrenzungen in jüngeren Stadien nicht sichtbar und treten erst später deutlich hervor.

3. Die Antipoden sind vor der Befruchtung mit einer Hautschicht umgeben; erst zur Zeit der Befruchtung bilden sich Zellulosemembranen.

4. Die Antipoden teilen sich sowohl in früheren als auch in späteren Stadien ausschliesslich mitotisch.

5. Die Antipoden sind einkernig.

6. In jüngeren Stadien liegen die Antipoden am unteren, der Mikropyle gegenüberliegendem Ende der Längsachse des Embryosackes, in späteren Stadien dagegen erlangen sie, infolge des einseitigen Wachstums des Embryosackes,

eine seitliche Lagerung, wobei sie jedoch am chalazalen Teile verbleiben.

7. Die Form der Antipodengruppe passt sich der jeweiligen Gestalt der Embryosackbasis in den verschiedenen Entwickelungsstadien an. Dementsprechend ändert sich auch die Form der einzelnen Antipodenzellen. Die Form der Antipodengruppe bei *T. durum* unterscheidet sich von derjenigen bei *T. vulgare* durch die gegeneinander verschiedene Lagerung der einzelnen Zellen.

8. Die Antipoden beginnen ungefähr zur Zeit der Befruchtung zu degenerieren. Die unteren degenerieren früher, die oberen dagegen werden riesig gross und degenerieren erst später.

9. Antipodenreste findet man noch in Körnern, die bereits $^2/_3$ der Grösse reifer Samenkörner erreicht haben.

Institut f. allg. Bot. d. Uniw. Warschau.

JĘDRYCHOWSKA A. i SROCZYŃSKA A.

Zakład Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

W SPRAWIE CYTOLOGJI i EMBRJOLOGJI *CERATOPHYLLUM SUBMERSUM*.

(On the cytology and embryology of *Ceratophyllum submersum*).

Wstęp.

Pierwszą wzmiankę o rozwoju embrjonalnym przedstawiciel rodziny *Ceratophyllaceae* znajdujemy u W. Hofmeistera, który w pracy (1858) nad tworzeniem zarodka u *Phanerogamae* uwzględnił i tę rodzinę. Z prac późniejszych należy wymienić pracę de Klerkera (1855) nad *Ceratophyllum demersum* i pracę E. Strasburgera nad *Ceratophyllum submersum* (1902). Praca Klerkera jest głównie anatomiczną; embrjologja jest w niej naszkicowana ogólnie i fragmentarycznie. Strasburger natomiast podaje stosunkowo dokładny opis rozwoju embrjonalnego kwiatu, a następnie krok za krokiem śledzi przebieg zjawisk na terenie pylnika i zalążka. W rozwoju pyłku podkreśla: 1) kolejny typ podziału; 2) bardzo wczesne oddzielanie komórki generatywnej, t. j. wtedy, gdy ziarna pyłku są połączone jeszcze w tetrady; 3) późną resorbcję warstwy tapetowej; 4) dwujądrowość ziarna pyłku i 5) pojedyńczą błonę pyłku, odpowiadającą egzynie. Rozwój woreczka zarówno przez Strasburgera, jak i Klerkera jest potraktowany bardziej szczegółowo. Różnice poglądów

tych dwóch autorów dotyczą: 1) sposobu powstawania zalążni (Strasburger bowiem jest zdania, że zalążnia powstaje z jednego owocolistka, Klerker zaś uważa, że z dwóch, które zrastają się brzegami i tworzą kanał w formie krateru, u którego podstawy wyrasta zalążek), 2) sposobu rozwoju makrospor—Klerker podaje trzy makrospory i przypuszcza, że centralna jest przeznaczona do wytworzenia woreczka, Strasburger zaś cztery ułożone szeregowo i uważa, że najniższa rozwija się dalej. Mniej więcej jednakowo zapatrują się zato obaj autorowie na budowę gotowego woreczka zalążkowego u *Ceratophyllum*, podkreślając w nim te cechy, które charakteryzują woreczki zaliczane obecnie do typu normalnego. Co do liczby chromozomów, to jako haploidalną podaje Strasburger 12.

Rozwój woreczka zalążkowego[1]).

Zalążnia *Ceratophyllum submersum* powstaje ze zrośnięcia się brzegami jednego owocolistka, o czem świadczy występowanie u jej nasady pojedyńczej koncentrycznej wiązki. Szyjka słupka jest półtora do dwóch razy dłuższa od zalążni i składa się jakgdyby z dwóch części: wewnętrznej, dłuższej położonej od strony osi pędu i zewnętrznej krótszej: (ryc. 110).

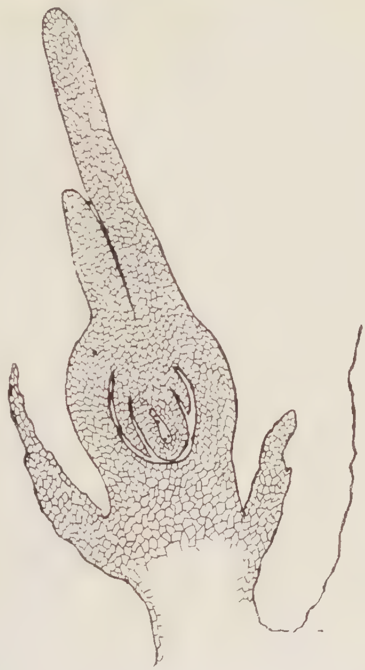
Zalążek powstaje w dolnej części szwu brzusznego i wkrótce wypełnia szczelnie komorę zalążni.

Pojedyńcza u *Ceratophyllum submersum* osłonka w miarę wzrostu wykazuje taką samą asymetrję, jaką wyżej zaznaczyłyśmy dla szyjki słupka. Zalążek, rosnąc staje się — zgodnie z badaniami Strasburgera—typowo ortotropowym. Należy go zaliczyć do typu krassinucellarnych.

Komórka pramacierzysta leży na głębokości mniej więcej czwartej warstwy ośrodka i dzięki dużym wymiarom wyraźnie wyróżnia się od otoczenia. Opisywanej przez Strasburgera komórki przykrywkowej w żadnym wypadku nie znalazłyśmy.

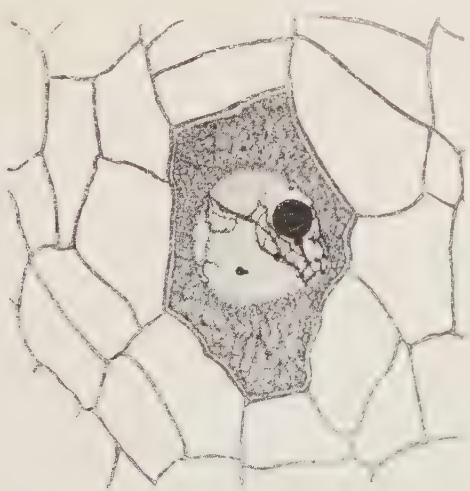
[1]) Materjał był utrwalany na miejscu zbioru w płynach Bouina i Nawaschina. Skrawki były barwione hematoksyliną żelazową Heidenhaina. Do podbarwiania błon komórkowych stosowano zieleń jasną w olejku goździkowym.

Teren jądra komórki pramacierzystej w okresie leptotenu jest zasłany splotem nici o nierównomiernej grubości, tworzących rodzaj sieci, na której tle widać miejsca silniej się barwiące. Naokoło jąderka widać, jak zwykle, jasną aureolę wywołaną prawdopodobnie przez utrwalacz. Błona komórki pramacierzystej nie różni się od cienkich błon komórek ośrodka, ani specjalnym charakterem, ani grubością.



Ryc. 110.
Schemat przekroju podłużnego przez kwiat żeński.

W dalszym rozwoju k. pram. w. rośnie bardzo intensywnie. Nici leptotenowe wkrótce zaczynają się układać równolegle. Układanie to wszakże nie jest jednoczesne, ale obejmuje początkowo część nici, a następnie rozszerza się na inne. W okresie zygotenu widać zaplatanie się tych równoległych odcinków (ryc. 111).



Ryc. 111.
Komórka pramacierzysta woreczka z. w stadjum zygotenu. $\times \pm 1700$.

W okresie tym pojawiają się w plazmie komórki pramacierzystej silnie barwiące się hematoksyliną różnej wielkości kuliste ciałka, które wypada chyba zaliczyć do typu pozajądrowych jąderek w sensie Strasburgera. Pozostają one w plazmie komórki pramacierzystej w ciągu całej profazy, spotyka się je w diadach, tetradach, woreczku jedno i dwujądrowym.

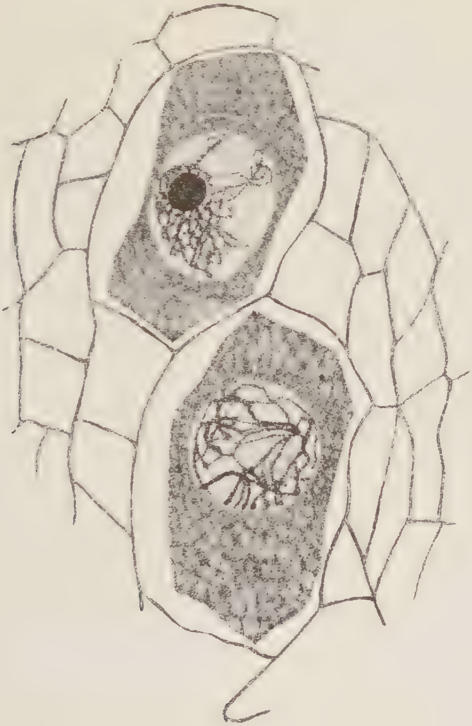
W późniejszych stadjach, kiedy plazma tworzy tylko ścienny płaszcz w woreczku, są one już niewidoczne.

Po stadjum zygotenu k. pram. w. z. wchodzi następnie w okres skurczu synaptycznego. Na terenie jej jądra można często spotkać wówczas dwa jąderka; zwykle jedno większe (średnica ± 3,4 μ), drugie b. małe (średnicy ± 0,7 μ). Cała treść jądrowa zbija się przy błonie jądra. Jąderko lub jąderka leżą w obrębie tego kłębka. Całość b. silnie pochłania barwiki i tylko na brzegach widać wystające swobodne nici. Skurcz ten trwa widocznie b. długo, gdyż niewspółmiernie często spotyka się go na preparatach. Błona jądra jest w tem stadjum b. niewyraźna.

Zbite nici zaczynają się następnie rozluźniać. Barwią się one obecnie jeszcze dość silnie i w dalszym ciągu wykazują niejednolitą strukturę. Czasem widać na ich terenie większe, silniej barwiące się ziarenka. Po pewnym czasie nici te oswabadzają jąderko, w dalszym ciągu rozwoju k. pram. w. rozsuwają się coraz silniej po całym terenie jądra, grubieją i wreszcie przyjmują charakter typowych, silnie barwiących się, nici pachytenowych, które następnie zaczynają tworzyć dość grube, nieregularne pętle (ryc. 112). W okresie rzeczonym spotykałyśmy k. pram. w. z. na głębokości pięciu warstw komórek.

Dalszych stadjów profazy na terenie k. pram. w. nie udało nam się niestety spotkać w ciągu naszej dwuletniej pracy nad *Ceratophyllum submersum*. Podziały bowiem spotykało się b. rzadko. Tak samo nigdy nie widziałyśmy metafazy. Anafazę spotkałyśmy na terenie diad i będzie ona opisana poniżej. Obecnie zajmiemy się omówieniem ostatniego stadjum k. pram. w. a mianowicie telofazy (ryc. 113). W okresie tym widać na terenie k. pram. w. dwie grupy małych kulistych chromozomów, z których jedna leży na środku, druga zaś w końcu mikropylarnym komórki. Takie ułożenie płyt wskazuje wyraźnie, jak dalece nierówne będą powstałe po tym podziale diady.

Niektóre chromozomy leżą w tych płytach oddzielnie, inne zaś b. blisko przy sobie, gdyż są prawdopodobnie pozlepiane

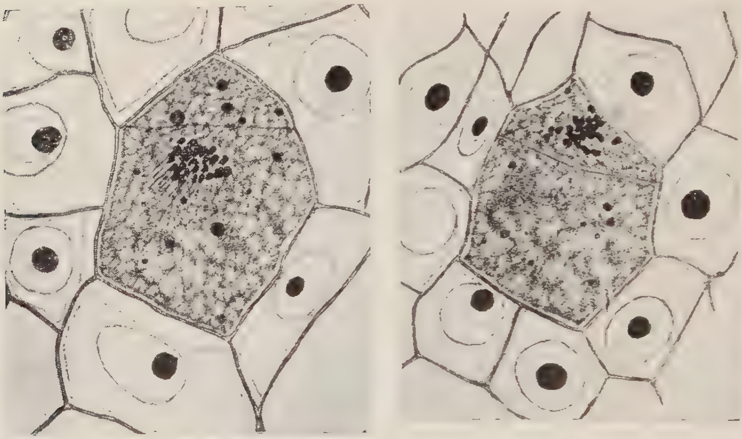


Ryc. 112.
Dwie pramacierzyste komórki woreczka z. w stadjum pachytenu. × ± 1700.

przy utrwalaniu. Policzyć je zatem było b. trudno. Na podstawie otrzymanych preparatów możemy liczbę tę określić tylko w przybliżeniu: jest ich z pewnością więcej, niż 27.

Plazma komórki, szczególnie w końcu chalazalnym wykazuje silną wakuolizację. Jąderka pozajądrowe są w tym okresie wyjątkowo liczne i duże. K. pram. w. leży obecnie na głębokości siedmiu warstw komórek ośrodka. W ciągu całej profazy nie widać indywidualnej błony k. pram. w., gdyż przylega ona ściśle do błon komórek sąsiednich. Wspólna ta błona jest grubsza od innych i silniej od nich chłonie barwiki.

Wynikiem pierwszego podziału gonotokontu są dwie komórki, z których chalazalna jest około dwa i pół razy więk-



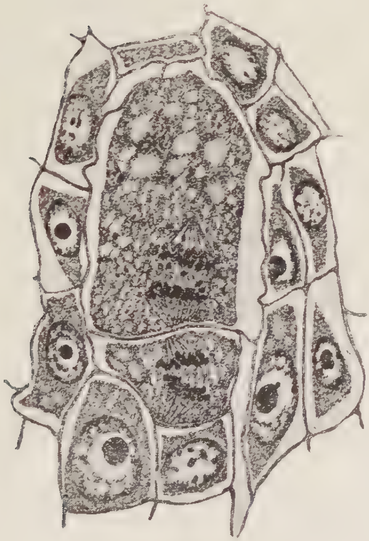
Ryc. 113.
Dwa następujące po sobie skrawki pram. k. woreczka z. w stadjum telofazy × ± 1700.

sza, niż druga (ryc. 114). Wielkość ich jąder nie jest jednak proporcjonalna do wielkości komórek. Strukturalnie jądra te nie różnią się między sobą. Teren ich jest zasłany cieniutkiemi, poplątanemi nićmi, na których tle widać silniej barwiące się miejsca. Do podziału przystępują obydwa jądra diad jednocześnie. Jednocześnie też na terenie obydwu komórek zostają założone dwubiegunowe, o ostrych wierzchołkach wrzeciona. Wierzchołki obydwu wrzecion wykazują strukturę włóknistą, podczas gdy strefa równikowa jest bardziej jednorodną. W czasie anafazy drobne, kuliste lub trochę wydłużone chromozomy rozchodzą się do biegunów, przyczem w górnej diadzie odbywa się to dość nierównomiernie.

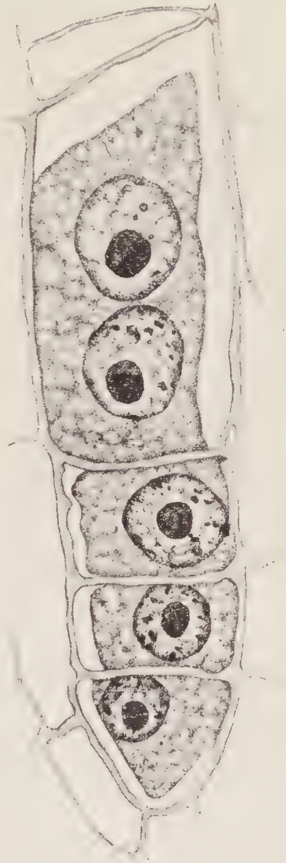
Kiedy już wszystkie chromozomy zgromadziły się na biegunach, jądra rekonstruują się, a pomiędzy niemi zawiązują się błony. Otrzymujemy dzięki temu cztery gony, ułożone szeregowo, które w miarę posuwania się od chalazy ku mikropyle, są coraz mniejsze (ryc. 115). Wraz ze zmniejszaniem się komórek maleją odpowiednio i ich jądra. Różnic strukturalnych pomiędzy temi czterema jądrami nie spostrzegłyśmy. Teren ich jest zasłany splotem delikatnych nici, na

których tle widać silnie barwiące się, leżące pod błoną jądra, bryłki chromatynowe.

Komórka chalazalna wyróżnia się swoją wielkością i ona to w przyszłości rozwinie się w woreczek. Dalszy jej rozwój przebiega w ten sposób, iż rośnie ona silnie wzdłuż, a następnie jądro jej dzieli się i daje dwa jądra woreczka (ryc. 116).



Ryc. 114.
Diada. × ± 2000.



Ryc. 115.
Tetrada. × ± 2000.

Struktura tych jąder jest taka sama jak i jądra, z którego powstały. Początkowo leżą one blisko siebie, a następnie zostają odsunięte na dwa przeciwległe bieguny komórki przez wielką centralną wakuolę. Woreczek w tem stadjum leży na głębokości 8 — 10 warstw komórek. Ponad jego mikropylarnym biegunem widać resztki zdegenerowanych makrospor siostrzanych, które wyrodnieją raptownie. Woreczek dwujądrowy wydłuża się następnie dwukrotnie, a jądra jego jednocześnie przystępują do podziału.

Otrzymujemy woreczek z. czterojądrowy (ryc. 117). Pary jąder są otoczone wspólną warstwą plazmy, pośrodku zaś woreczka rozciąga się olbrzymia wakuola centralna. Strukturalnie jądra nie różnią się między sobą. Woreczek leży nadal na głębokości ośmiu warstw komórek ośrodka.



Ryc. 116.
Woreczek z. dwujądrowy.
× ± 1700.

Wszystkie cztery jądra przystępują wreszcie jednocześnie do ostatniego podziału, w wyniku którego otrzymujemy już woreczek ośmiojądrowy.

Po skończonym podziale znajdują się na biegunach woreczka dwie grupy czterojądrowe, otoczone wspólną plazmą. Wkrótce potem na terenie tych grup zaczynają się formować oddzielne komórki, które początkowo mają charakter nieobłonionych protoplastów. Dwie synergidy zajmują mikropylarny wierzchołek woreczka, komórka jajowa umieszcza się koło nich, ale troszkę niżej. Dwie antypody układają się obok siebie i wypełniają chalazalny koniec woreczka, trzecia zaś leży nad niemi. Spotkanie w obu jąder biegunowych odbywa się w mikropylarnej połowie woreczka, niedaleko komórki jajowej.

Teren jąder biegunowych jest zajęty głównie przez splątane nici. Wyraźnych chromocentrów nie widać. Czasem tylko zdarzają się gdzieniegdzie większe, silniej się barwiące ciałka. Podobną, choć nieco wyraźniejszą strukturę, ma w tym czasie i jądro komórki jajowej. Oprócz nici widać wprawdzie i chromocentry, ale nieduże i niewyraźne. Antypody natomiast i synergidy wykazują b. wyraźne i regularnie pod błoną ułożone chromocentry. Regularność tego ułożenia uderza szczególnie u antypod, których chromocentry leżą pod błoną jądra nawet w jednakowych od siebie odległościach. Plazma antypod prawie od najmłodszych stadjów jest silnie zwakuolizowana. W momencie zlewania się jąder biegunowych, dolne piętro antypod jest oddzielone od górnego błoną. Błony,

którąby od strony wakuoli centralnej ograniczała najwyższą antypodę nie udało nam się zaobserwować. Woreczek i w tem



Ryc. 117.
Woreczek z. czterojądrowy. $\times \pm 800$.



Ryc. 118.
Synergidy z dojrzałego woreczka zalążkowego (8-jądrowego). $\times \pm 800$.

stadjum leży na głębokości ośmiu warstw komórek. W porównaniu z okresem poprzednim urósł on o $+ {}^3/_4$ swojej długości. Rośnie jeszcze i ostatecznie leży na głębokości $+ 12$ warstw komórek ośrodka. Synergidy, zajmujące dawniej wierzchołek woreczka, mają obecnie charakter wydłużonych utworów, które wisząc u szczytu, dosięgają nieomal połowy woreczka (ryc. 118). Dolną część każdej z nich zajmuje wielka wakuola gruszkowatego kształtu. Aparatu nitkowego w plazmie synergid wy-

różnić nie mogłyśmy. Komórka jajowa spoczywa trochę niżej i dlatego sięga bardziej wgłąb niż synergidy. Zarówno komórka jajowa, jak i synergidy do momentu zapłodnienia, mają charakter nieobłonionych protoplastów.

Jądra biegunowe po zlaniu się tworzą wielkie jądro centralne o średnicy ± 13,9. Wielkie antypody wypełniają dolny koniec woreczka i są ograniczone silnie barwiącemi się błonami celulozowemi. Antypody naogół wyrodnieją b. późno, spotyka się je bowiem jeszcze długi czas po zapłodnieniu. Mimo to dość wcześnie wykazują one początki degeneracji, która najpierw obejmuje plazmę, a następnie rozszerza się i na jądro. Degeneracja plazmy odbywa się przez wakuolizację. Jedne z jąder ulegają karjoreksji, inne karjolizie według terminologji T i s c h l e r a (1934).

Ze zjawisk, przebiegających na terenie ośrodka w czasie rozwoju woreczka, należy podkreślić: 1) Występowanie na terenie ośrodka (od stadjum woreczka czterojądrowego) jąder dwująderkowych i komórek dwujądrowych. 2) Obecność pod woreczkiem ośmiojądrowym dwóch rodzajów komórek: a) bezpośrednio stykających się z woreczkiem, a częściowo i obejmujących go z boku i b) czterech rzędów płaskich, ubogich w treść komórek i leżącej pod niemi grupy komórek izodjametrycznych bogatych w treść. Gdy ośrodek jest już definitywnie wykształcony, błony komórek płaskich stają się bardzo grube. Teren tych komórek w późniejszych stadjach zostaje objęty przez degenerację, która zaczyna się jednocześnie z degeneracją przylegających do nich antypod. Rozwój k. pram. w. niezawsze jest jednoczesny z rozwojem ośrodka i osłonki. Spotykałyśmy bowiem zalążki, które nie wykazywały jeszcze śladu osłonki i były b. małe, a mimo to miały k. pram. w. o jądrze w stadjum silnego skurczu synaptycznego. W innych wypadkach zalążek, zawierający k. pram. w. w stanie skurczu jądrowego, miał osłonkę tak jednostronnie rozwiniętą, że kiedy od strony osi dosięgała ona już szczytu zupełnie dobrze rozwiniętego ośrodka, od strony przeciwnej nie było na nią jeszcze nawet zawiązka. Czasami znów zalążek w stadjach rozsnuwającej się synizezy miewa osłonkę dosięgającą szczytu, podczas gdy osłonka innego zalążka, którego k. pram. w. znajduje się w stadjum płyty telofazowej, dosięga zaledwie połowy ośrodka. Wreszcie na uwagę zasługuje występowanie komórek, dorównywujących wielkością

k. pram. w. (ryc. 112), z których rozwijają się prawdopodobnie nadliczbowe k. pram. w. Są one czasem dwujądrowe.

Rozwój ziarn pyłku.

Cytokineza w trakcie rozwoju pyłku u *Ceratophyllum*, tak jak zresztą u roślin, należących do rzędu *Ranales*, przebiega według typu podz. kolejnych, charakteryzującego rośliny jednoliścienne. W jednym kwiecie *Ceratophyllum* można spotkać różne stadja rozwoju pyłku, począwszy od komór z komórkami macierzystemi, aż do zupełnie wykształconego pyłku. Pozatem stadja podziałowe w komorach w jednym pylniku bywają różne: w jednej komorze np. mamy diady, w sąsiedniej tetrady.

Ścianę pylnika tworzą cztery warstwy komórek, które w młodszych stadjach nie różnią się niczem między sobą; wyjątek może stanowić epiderma o komórkach większych z mniejszemi stosunkowo jądrami, niż w warstwach sąsiednich. Hipoderma — zgodnie z obserwacjami Strasburgera — nie zamienia się w tkankę mechaniczną.

Trzecia zkoleji warstwa — tranzytoryczna — nie wykazuje w młodych pręcikach żadnych różnic z warstwą poprzednią. We wczesnych stadjach rozwojowych również komórki warstwy wyściełającej nie różnią się niczem od komórek warstw wyżej wymienionych. Dopiero w chwili intensywnego wzrostu komórek macierzystych pyłku, komórki tapetum zaczynają się też powiększać, rozgniatając warstwę tranzytoryczną. Pozostają one stale jednojądrowe (o czem wspomina też Strasburger), błony ich są cienkie, a plazma silnie zwakuolizowana.

Komórki macierzyste pyłku o delikatnych błonach, ściśle ze sobą połączone, rzucają się w oczy większemi rozmiarami (w stosunku do komórek warstw sąsiednich) i charakterystyczną zawartością. Plazma gęsta o drobno ziarnistej, jednolitej strukturze nie wykazuje wyraźnej wakuolizacji. Jądra dość duże posiadają jedno jąderko, wybarwiające się wyraźnie, i sieć gęsto splecionych ze sobą niteczek, tworzących miejscami drobne skupienia.

Z chwilą rozpoczęcia intensywnego wzrostu komórki macierzystej pyłku struktura ta ulega zmianie. Skupienia karjotyny zanikają, natomiast wyraźniejszemi stają się nici leptotenowe miejscami podwójnie ułożone i zasnuwające podbłonną część jądra. Nici rzeczone tworzą następnie ścisły splot,

w którym trudno wyróżnić poszczególne elementy. Ponieważ kłębek synaptyczny spotykałyśmy najczęściej bądź jeszcze niezupełnie zbity, lub już rozplatający się, możnaby sądzić, że największy skurcz treści jądrowej nie trwa długo, natomiast stadja przed i posynaptyczne przebiegają raczej powoli.

W chwili rozplatania się kłębka synaptycznego nici pachytenowe są niejednakowo grube na całej swej długości; czasem tworzą pojedyńcze pętle, to znów skręcone są między sobą; miejscami można zauważyć podwójną ich strukturę z okresu zygotenu. Nici te w stadjach strepsitenu kurczą się, grubieją i uwydatniają swe końce przez co stają się widoczne poszczególne pary chromozomów. W dalszym ciągu gemini przybierają w diakinezie postać krótkich, bardzo drobnych wałeczków. Są one ułożone wyraźnie po dwa, raczej w podbłonnej części jądra; gdzieniegdzie połączone są słabo wybarwiającemi się mostkami.

Jąderko jest duże, wyraźne, zwykle okrągłe, niekiedy owalne, zawsze pojedyńcze. Plazma komórek w tem stadjum ulega przy utrwalaniu silnemu skurczowi. Na terenie jej występują dosyć licznie bardzo drobne utwory kuliste, barwiące się hematoksyliną. Zachowują się one w cytoplazmie przez cały czas rozwoju pyłku i odpowiadają — jak się zdaje — pozajądrowym jąderkom Strasburgera (ryc. 119, 120 i 121).

W metafazie chromozomy niezwykle drobne, bryłowate tworzą zwartą płytkę. Osie wrzecion przebiegają w różnych kierunkach, najczęściej jednakże w kierunku równoległym do osi pionowej komory pyłkowej (ryc. 120). W anafazie wrzeciono zatraca ostre końce. Dwie zbite grupy chromozomów, rzadko pozostawiając opóźnione chromozomy, rozsuwają się w przeciwnych kierunkach. Gdy grupy rzeczone osiągną bieguny, na jasnem tle beczułkowatego fragmoplastu zaczyna się zaznaczać, w kierunku od środka ku zewnątrz, przegroda pierwotna.

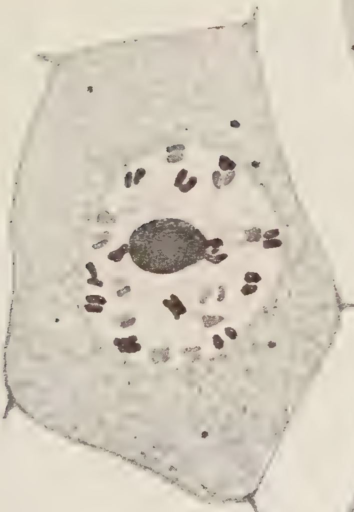
Zrekonstruowane jądra w diadach mają kształt spłaszczony w kierunku prostopadłym do osi podziału. Zawierają one po jednem, lub po kilka jąderek.

Podziały na terenie diad zachodzą prawdopodobnie bardzo szybko i przebiegają w najrozmaitszych kierunkach (ryc. 121). Charakterystyczną cechą dla tetrad (o czem wspomina już Strasburger) jest stałe jeszcze połączenie komórek archesporu w tym okresie. Połączenie to jest tak ścisłe, że z chwilą, gdy błony oddzielające komórki w tetra-

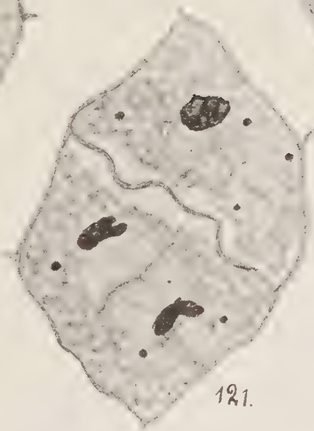
dach osiągną grubość błon komórek macierzystych, nie można wyróżnić zarysów poszczególnych tetrad. Całe wnętrze komory



120.



119.



121.

Ryc. 119.
Diakineza w jądrze komórki macierzystej pyłku. $\times \pm$ 2400.

Ryc. 120.
Metafaza. $\times \pm$ 2000.

Ryc. 121.
Telofaza podziału diad na tetrady. $\times \pm$ 2000.

jest wypełnione jednorodną tkanką, która zaczyna silnie rosnąć. Jest to więc drugi okres intensywnego wzrostu komórek wewnątrz komór pylnikowych. Oddzielają się od siebie następnie poszczególne gony, lub ich grupy. Komórki

mają formy nieregularne, zachowując przez pewien czas kształty takie, jakie miały, gdy były jeszcze połączone w jednolitą tkankę.

Pyłek jednojądrowy jest otoczony cieniutką błonką. Komórka ma kształt nieregularny, plazmę nieco zwakuolizowaną, duże jądro, wypełnione wielką ilością karjolimfy i siecią nici z drobnemi bryłkami karjotyny.

Oddzielanie komórki generatywnej odbywa się bardzo wcześnie; czasem już wtedy, gdy ziarna pyłkowe są jeszcze ze sobą połączone. W profazie tego podziału chromozomy początkowo długie, cienkie, niejednolite, kurczą się coraz bardziej, przybierając postać grubych wałeczków, mniejwięcej równomiernie rozłożonych na terenie jądra; jednakże z powodu wielkiej liczby i bardzo małych wymiarów oznaczenie dokładne ich liczby jest niezmiernie trudne. Najprawdopodobniej haploidalna liczba chromozomów w jądrze wynosi 36. Porównywując liczbę tę z podaną przez Strasburgera liczbą 12 możnaby sądzić, że nasz przedstawiciel gatunku *Ceratophyllum submersum* stanowi rasę triploidalną.

Wrzeciono metafazowe o równo ściętych końcach ułożone jest tak, że jeden jego koniec dotyka błony, drugi zaś nie dosięga środka ziarna pyłkowego. Chromozomy tworzą zbitą płytkę i niezawsze rozchodzą się równomiernie ku biegunom. Na terenie fragmoplastu zarysowuje się delikatna błonka odcinająca półkolisto małą komórkę. Wielkość obu jąder pochodnych jest najpierw prawie jednakowa; potem wegetatywne jądro silnie rośnie.

Ziarna pyłku dwujądrowego zaczynają intensywnie rosnąć i wypełniają się skrobią w takiej ilości, że plazma widoczna jest tylko w postaci wąskich pasemek. Komórka generatywna o gęstej plazmie silnie łamiącej światło, ma kształt nieregularny, spowodowany uciskiem ziarn skrobi. Dojrzały pyłek posiada w środku wielką wakuolę; kształt ma zwykle owalny, otoczony jest delikatną błoną. Błona ta jest równomiernie cienka na całej swej przestrzeni, gładka, bez zgrubień i uzębień. Nie rozpuszcza się ona w stężonym kwasie siarkowym, chlorcynkjod prawie jej nie barwi, nie otrzymuje się reakcyj na celulozę, wykazuje więc raczej cechy egzyny; tak również twierdzi Strasburger. Według jego badań błona jest skutynizowana i zawiera pektynowe związki.

Śledząc w ciągu rozwoju pyłku wzrost komórek, jąder

i jąderek można wyróżnić kilka okresów intensywniejszego ich zwiększania się: 1) wzrost komórki macierzystej przed i w bardzo wczesnej profazie, 2) dużo słabszy wzrost tetrad i 3) znaczny wzrost ziarna pyłku po oddzieleniu komórki generatywnej. (Tabela I).

TABELA I.

Średnice komórek, jąder i jąderek w różnych okresach rozwoju ziarn pyłku u *Ceratophyllum submersum*.

	Średnice w μ: Komórki	Średnice w μ: Jądra	Średnice w μ: Jąderka
1. W spoczynku	16,5	10	3,5
2. Wczesna profaza . .	19,5	12,5	3,5
3. Synizezis	21,5	12	3,5
4. Diakineza	23	8	2,5
5. Diady	24	7,5	2
6. Tetrady	28	7,5	2
7. Tetrady	14	weg gen. 7,5	weg. gen. 2
8. Pyłek jedno i dwujądrowy.	14	7 — 3	2,5 — 1
9. Pyłek gotowy	weg. 43 — gen. 7	9 — 3,5	3,5 — 1

W ciągu zmian, zachodzących na terenie komory pyłkowej, pewnym zmianom podlegają również komórki warstwy wyściełającej. Rosną one intensywnie od chwili wzrostu komórek macierzystych pyłku, podczas gdy sąsiednia warstwa tranzytoryczna coraz bardziej zostaje ściśnięta. Z chwilą oddzielania komórki generatywnej w ziarnie pyłku, komórki warstwy wyściełającej oddzielają się trochę od siebie, zachowując jednak swe błony. Kształty ich stają się coraz to bardziej nieregularne. Komórki warstwy tranzytorycznej są wtedy całkowicie spłaszczone i nie wszędzie już widoczne. Gdy gotowy pyłek wzrasta, warstwa wyściełająca staje się coraz to bardziej spłaszczona, zarysy jąder i jąderek są coraz to mniej wyraźne aż wszystko stopniowo ulega całkowitej dezorganizacji. Peryplazmodjum nie tworzy się.

Zjawiska degeneracji.

Do zjawisk częstych u *Ceratophyllum submersum* należą degeneracje zarówno na terenie kwiatów żeńskich, jak i męskich.

Kwiaty żeńskie.

Degeneracje mogą dotyczyć, albo całego kwiatu, albo tylko terenu ośrodka wraz z woreczkiem. Degeneracja całego kwiatu może pozatem iść w dwóch kierunkach: 1) może objawiać się tylko na terenie komórek — nie zmieniając ich błon i układu wzajemnego, lub 2) może zmieniać kształt kwiatu. Pierwszy wypadek spotkałyśmy na terenie komórek młodych kwiatów. Plazma takich komórek po uprzedniej wakuolizacji zbija się przy błonie w postaci silnie chłonących barwiki resztek. Jądra ich leżą także przy błonach i są wypełnione kłaczkowatemi bryłkami chromatyny, które również barwią się silnie.

Z wypadkiem drugim miałyśmy do czynienia na terenie komórek kwiatów starszych. Komórki takie, ulegając zwyrodnieniu kurczą się, a błony ich w najrozmaitszy sposób zostają powyginane. Skurcz ten nie obejmuje komórek skórki i pochwy podskórnej, złożonej z komórek wypełnionych wydzieliną. Dla tego też warstwy te, układając się na powierzchni silnie skurczonych warstw głębszych, fantastycznie się fałdują. Całość zalążni przybiera czasem dzięki temu bardzo nieregularny kształt. Woreczki leżące na terenie takich powyginanych zalążków również zmieniają zarysy. Charakterystycznym objawem jest występowanie na ich terenie silnego przewężania, które dzieli całość woreczka na dwie części: chalazalną i mikropylarną. Otrzymujemy obrazy podobne do opisanych u *Haemanthus* przez Wóycickiego (1931). Na terenie tej części woreczka, która jest zbliżona do miejsca przewężania, nie widać wcale jąder tylko bezkształtną masę, silnie chłonącą barwiki. W końcach bardziej oddalonych plazma i jądra również podlegają degeneracji, ale nie tak kompletnej. Takie zwyrodniałe woreczki są zwykle otoczone spłaszczonemi i pozbawionemi treści komórkami o zgrubiałych i pofałdowanych błonach.

W jednym wypadku na terenie woreczka nieprzewężonego spotkałyśmy jądro już w stanie rozpadania się na nieregularne

ziarnistości, silnie chłonące barwiki. Po innych jądrach pozostały już tylko nieregularnie rozłożone masy małych ziarnistości. W niektórych miejscach ziarnistości te były skupione, silniej się barwiły i robiły wrażenie, że są ściankami porozrywanych pęcherzyków, przypominających zjawiska „pączkowania" u *Haemanthus* (Wóycicki 1931).

Kwiaty męskie.

Degeneracje na terenie pylników występują zarówno w młodszych, jak i w późniejszych stadjach; częściej jednak w tych ostatnich już po podziałach na tetrady. Ulega jej zwykle część pylników w kwiecie—podczas gdy część rozwija się normalnie. Zdegenerowane mogą być wszystkie cztery komory, lub parę z nich, czasem nawet można spotkać część tylko pojedyńczej komory zdegenerowaną; prawdopodobnie proces degeneracji nie zdążył jeszcze objąć wszystkich komórek. Postępuje on zwykle od zewnątrz.

Degeneracja treści komórkowej przebiega podobnie, jak na terenie zalążka. We wczesnem stadjum danego procesu można wyróżnić jeszcze błony komórkowe, zarysy jądra, jąderka. Później zaś wnętrze komory wypełniają resztki komórek archesporowych w postaci całkowicie zdezorganizowanych, pokurczonych, bardzo silnie barwiących się mas.

Streszczenie wyników.

1. Zalążnia *Ceratophyllum submersum*, zgodnie z poglądem Strasburgera, a wbrew Klerkerowi, powstaje ze zrośnięcia się brzegami jednego tylko owocolistka.
2. Żadnej komórki pokrywkowej, opisanej przez Strasburgera, nie stwierdziłyśmy.
3. Zgodnie ze stanowiskiem Strasburgera stwierdziłyśmy istnienie 4 makrospor, z których chalazalna rozwija się w woreczek zalążkowy.
4. Pyłek rozwija się według typu „podziałów kolejnych"; komórki archesporu pozostają przez cały czas trwania mejozy połączone w ścisłą tkankę.
5. Pewna ilość zalążni, zalążków lub woreczków zalążk., jak również pylników i pyłku ulega w miarę rozwoju degeneracji. Kilkakrotnie stwierdzono nadliczbowe k. pram. w. zalążk.

6. Haploidalna l. chromozomów (n = 36) pozwala przypuszczać, że miałyśmy do czynienia z triploidalną rasą *Ceratophyllum submersum*.

Literatura.

Hofmeister, W. 1858. Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1, 82 — 190.

Klerker, J. E. F. 1855. Sur l'anatomie et le développement de Ceratophyllum demersum L. Bihang Svensk. Vetenskaps. Acad. Hand., 9, Nr. 10.

Küster, E. 1929. Pathologie der Pflanzenzelle I. Pathologie des Protoplasmas. Berlin, 200 p.

Schnarf, K. 1929. Embryologie der Angiospermen. Handb. der Pflanzenanat., Berlin, 689 p.

— 1931. Vergleichende Embryologie der Angiospermen. Berlin, 354 p.

Schürhoff, P. N. 1926. Die Zytologie der Blütenpflanzen. Stuttgart.

Strasburger, E. 1902. Ein Beitrag zur Kenntniss von Ceratophyllum submersum und phylogenetische Erörterungen. Jahrb. f. wiss. Bot., 37.

Tischler, G. 1934. Allgemeine Pflanzenkaryologie. II Aufl., Berlin, 630 p.

Wóycicki, Z. 1931. O procesie kiełkowania nasion i o charakterze wyrodnienia zalążków u Haemanthus Katharinae. Acta Soc. Bot. Poloniae. 8, p. 85,

Summary.

The ovary arises from the growing together of the margins of the carpel. The ovule is atropic and belongs to the type of crassinucellars. The archesporial cell arises deeply enough under the epiderm and directly changes itself in a mother-cell of the embryosac, without separating the cover-cell.

There are four macrospores arranged in one row. The chalazal megaspore develops itself in an embryo-sac, whose course of development is of the normal type. The three existing antipodal cells degenerate very late and possess very distinct cellulose membranes. The synergids and egg-cell have no membranes. In the tissue under the embryo-sac one can distinguish two kinds of cells. The pollen's development is of the succesive type. The chromosomes are very small, their haploidal number is 36. The tetrads are united in one tissue and the separating of the singular gones or their groups take place very late i. e. in the moment when the generative cell separates in the pollen grain. In connec-

tion with it the periplasmodium does not form itself, the cells of the tapetal layer degenerate in the moment of intensive growth of the pollen grains. The tapetum cells contain always one nucleus. The pollen grains have two nuclei, and are surrounded with a single membrane; they contain a great number of starch grains.

Taking into consideration the number of chromosomes $(n = 36)$ it seems, that in our researches we had to do with a triploidal race of *Ceratophyllum submersum*.

Institut of Generale Botany of the University of Warsaw.

KLOPFER TADEUSZ
Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warsz.

PODZIAŁ CHLOROPLASTU PODCZAS CYTOKINEZY U *SPIROGYRA*.

(Die Teilung des Chloroplasten während der Zytokinese bei *Spirogyra*).

Wstęp.

Pierwsze dokładne badania nad podziałem plastydu zawdzięczamy Strasburgerowi (1880). Opisał on zamykanie się błony poprzecznej i przecinanie chloroplastu przez tę błonę w środku komórki. Schmitz (1882) ustalił dla chloroplastów glonów zielonych dwa typy podziału a mianowicie: przewężenie (Durchschnürung) i przecięcie (Zerschneidung). W pierwszym wypadku chromatofor rozciąga się, staje się w miejscu podziału coraz cieńszy, wreszcie przerywa się; w drugim—chromatofor zostaje przecięty bez zjawisk wymienionych powyżej. Zdaniem Schmitz'a u glonów, zawierających chloroplasty wstęgowate, częściej zachodzi przewężenie niż przecięcie. Z nowszych autorów Conard (1929) twierdzi, że stroma plastydu zostaje biernie przecięta przez zamykający się pierścień błony poprzecznej.

Ostateczne rozstrzygnięcie pytania, w jaki sposób zachodzi przepołowienie chloroplastu, wymaga zdania sobie sprawy z jego konsystencji. To samo pytanie postawione na płaszczyźnie współczesnych przypuszczeń o charakterze kolloidal-

nym cytoplazmy i jej składników, brzmiałoby czy chloroplast znajduje się w stanie żelu, czy solu? Już Kolkwitz (1898) przypisywał normalnemu chloroplastowi właściwości sprężystej taśmy. Lepeschkin (1911) oraz Ponomarew (1914) uważają chloroplast za ciało kolloidalne, pół-płynne, którego napięcie na granicy plazma-chloroplast jest zbyt małe, aby ciało to przyjęło kształt kuli. Wystarczy jednak zmienić napięcie powierzchniowe, działając np. alkoholem lub temperaturą, aby chloroplast przyjął kształty zaokrąglone. Schmidt (1916) oraz Weber (1921) przy centryfugacji komórek *Spirogyra* zauważyli zbijanie i zlepianie się odsuniętych na bok chloroplastów, co dowodzi, według nich, niezbyt tęgiej konsystencji plastydów. Według Scarth'a (1924) chłoroplast jest elastycznym żelem (brak ruchów w chloroplaście, stałość formy, opór jaki stawia chloroplast przy plazmolizie, doświadczenia mikrodysekcyjne), jednak w pewnych wypadkach, pod wpływem rozmaitych czynników (mechanicznych, temperatury, prądów elektrycznych, środków chemicznych, narkotyków), przechodzi w stan solu, wykazując wtedy zjawisko kontrakcji. Küster (1927) opisał rozgałęzianie się i zlewanie wstęg chloroplastowych, zachodziło to jednak tylko w wypadkach patologicznych. Lloyd (1924), zgodnie z danemi w pracy Webera, twierdzi, że chloroplast, pod wpływem narkotyków w małej koncentracji, wykazuje zwiększoną zdolność do przyjmowania wody. Według Sakamury (1933) czynniki upłynniające cytoplazmę powodują pęcznienie plastydu. Badania Gicklhorna wreszcie (1933) nad stanem plastydu dowodzą jego płynności. Przypuszczenia jego oparte są na badaniach kontrakcji i centryfugacji komórek *Spirogyra*. Kontrakcja chloroplastu, według niego, polega na tem, że w czasie jej trwania plazma upłynnia się, wskutek czego plastyd, znajdujący się teraz w innem środowisku, kurczy się, przyjmując kształty zaokrąglone, lecz nie wykazuje przytem zmian lepkości. Obserwacje tegoż autora nad centryfugowanemi komórkami *Spirogyra* przeczą—zdaniem jego—elastyczności chloroplastu: odsunięte bowiem do błon poprzecznych plastydy nie ujawniają tendencji do powrotu do stanu normalnego.

Metoda badań.

Pracę nad podziałem chloroplastu u *Spirogyra* rozpocząłem na wiosnę roku 1930 i prowadziłem przez dwa lata

z przerwą latem i zimą a to ze względu na niesprzyjające warunki laboratoryjne: zbyt wysoką temperaturę oraz szkodliwy wpływ gazu świetlnego (W ó y c i c k i, 1907). Badania przeprowadzałem tylko na gatunkach jednowstęgowych o małej ilości skrętów, ponieważ tylko takie gatunki mogą dać jasne obrazy poszczególnych stadjów podziału plastydu. Do obserwacyj używałem materjału przywożonego co kilka dni z okolic Warszawy i przetrzymywanego w płaskich naczyniach, stawianych przy otwartych oknach.

Ze względu na długi czas trwania obserwacji (około 1—2 godz.), jako też chcąc uniknąć nacisku szkiełka przykrywkowego, stosowałem krople wiszące.

Nitka glonu była przeglądana szczegółowo w celu znalezienia komórki, której jądro byłoby w pierwszych stadjach karjokinezy; gdy stan komórki był odpowiedni, zaczynałem właściwe obserwacje nad podziałem plastydu. Przebiegu karjokinezy nie obserwowałem, gdyż chloroplast wtedy zajmuje położenie zupełnie normalne. Podział jądra był dla mnie tylko oznaką zbliżającej się cytokinezy, podczas której następuje podział plastydu [1]).

Najczęściej obserwowałem podziały w godz. 7 — 9 w., rzadziej 5 — 7; w godz. rannych można podziały zaobserwować bardzo rzadko.

Przy obserwacjach witalnych nad *Spirogyra* temperatura wyższa niż 20° wpływa ujemnie na przebieg podziału, powodując degenerację [2]).

Obserwacje nad podziałem plastydu.

Bezpośrednio przed metafazą jądra zaczyna się w komórce żywy ruch plazmy, który można obserwować, nastawiając mikroskop na górną powierzchnię komórki. Widoczne są

[1]) Komórka, która ma się podzielić, jest zwykle dłuższa. W pewnych wypadkach wzrost komórek odbywa się normalnie, natomiast podziały nie zachodzą, wskutek czego komórki nadmiernie się wydłużają. Niezawsze więc znaczna długość komórki stanowi zapowiedź jej podziału.

[2]) W i l d e m a n, który specjalnie zajmował się zależnością przebiegu podziału od temperatury, ustalił granice dla *Spirogyra* od 4° do 23°; przyczem najszybciej przebiegające podziały obserwował przy 12°. C o n a r d stwierdził, że w temperaturach powyżej 20° podziały zachodzą wolniej niż w temperaturach niższych.

wtedy dobrze ziarnistości (zbadane i sklasyfikowane przez Sakamurę), zawarte w cytoplazmie i unoszone przez prądy i ruchy wirowe. Prądy te biegną ku środkowi komórki i ostatecznie powodują nagromadzenie się cytoplazmy wokół jądra. Ponieważ cytoplazma tworzy warstwę przyścienną komórki, przeto na skutek nagromadzenia jej w strefie równikowej, powstaje pierścień plazmatyczny, obejmujący jądro, znajdujące się wtedy w metafazie. Pierścień nie dotyka powierzchni jądra i pomiędzy nim a jądrem pozostaje część wakuoli (ryc. 122). Pierścień ten ma charakter ziarnisty, a nowe porcje plazmy, nadpływające ciągle, powodują jego grubienie. Rola tego pierścienia plazmatycznego jest analogiczna do roli fragmoplastu roślin wyższych.

Z chwilą wytworzenia się pierścienia chloroplast, który dotąd leżał normalnie, zostaje przez ten pierścień lekko odsunięty od błony zewnętrznej ku środkowi komórki.



Ryc. 122.
Wytworzenie się pierścienia plazmatycznego (P) powoduje zmianę w układzie chloroplastu; chloroplast odsuwa się nieco od błony podłużnej.

Przed telofazą zaczyna się wyróżnicowywać na terenie pierścienia specjalna środkowa strefa, której substancja jest jaśniejsza i bardziej szklista.

Kiedy jądro przechodzi w telofazę, na terenie rzeczonej strefy zaczyna się tworzyć błona komórkowa, zakładająca się początkowo jako cienkie błyszczące pasemko.

Ultramikroskopowe obserwacje zakładającej się błony nie wniosły nic nowego, ponieważ błony poprzeczne w tych warunkach nie świecą tak, jak błony zewnętrzne. Różnica rzeczona uwarunkowana jest, jak wiadomo z badań van Wisselingh'a, ich odmiennym charakterem chemicznym.

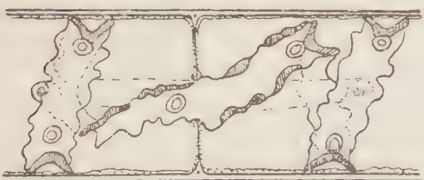
Zaraz po zjawieniu się białego pasemka, będącego przekrojem optycznym tworzącej się błony, następuje wyróżnicowanie się dwuch jąder pochodnych, połączonych wtedy wrzecionem kształtu beczułkowatego, które stale się rozrasta (jakby pęcznieje), aż osiąga maksimum szerokości i styka się z pierścieniem plazmatycznym (ryc. 123).

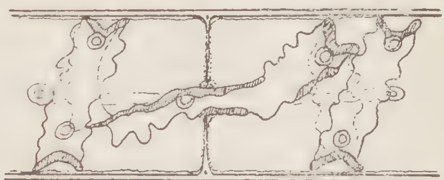
Chloroplast dosuwa się obecnie do powierzchni wrzeciona. Skoro jądra pochodne zaczną oddalać się od siebie, wrze-



Ryc. 123.
Wrzeciono w momencie swej największej rozpiętości, kiedy styka się ono z pierścieniem plazmatycznym. Chloroplast ułożony na powierzchni wrzeciona.

ciono wydłuża się, staje się cylindrycznem, zmniejszając jednocześnie swój przekrój (ryc. 124, 125). W miarę zwężania się wrzeciona wzrasta pierścień plazmatyczny, tworzący błonę,





Ryc. 124. Ryc. 125.
Wydłużanie się wrzeciona; staje się ono cylindryczne, a przekrój jego jest coraz mniejszy. Chloroplast zajmuje powoli położenie centralne.

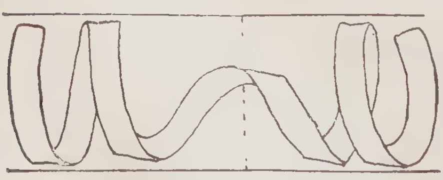
zajmując położenie coraz bliższe środka komórki.

Chloroplast, spoczywający między pierścieniem a powierzchnią wrzeciona, układa się na tej powierzchni i wraz z kurczącą się powierzchnią wrzeciona przesuwa się ku wnętrzu komórki. Wbrew poglądom Conard'a plastyd nigdy nie wkracza na teren wrzeciona, lecz układa się na jego powierzchni, będąc do tej powierzchni dociskany przez zamykający się pierścień błonotwórczy. Z fotografji Conard'a można zresztą wywnioskować, że chloroplast prześwieca tylko przez wrzeciono, co daje złudzenie, że tkwi w substancji tego utworu.

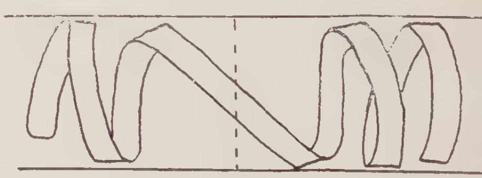
Plastyd, będąc od błony podłużnej odsuwanym ku środkowi komórki, zmienia swoje ułożenie tak, że część spirali w miejscu podziału prostuje się. Prostowaniu się spirali towarzyszy wytworzenie się w miejscu podziału pewnego rozsunięcia, między środkowemi obiegami chloroplastu, które czasami podsuwają się pod sąsiednie obiegi spirali. (AB ryc. 123). Zjawisko to moglibyśmy uważać za skutek wyprostowania się wstęgi plastydu w miejscu podziału, a co zatem idzie zajęcia przez ten jego odcinek większej przestrzeni w kierunku podłużnej osi komórki. Przy normalnym przebiegu karjo- i cytokinezy nie można było znaleźć faktów, któreby wskazywały na jakikolwiek widoczny wpływ wrzeciona (jak chce Conard) na zmianę położenia plastydu, widzimy bowiem, że przesuwanie jego do środka komórki odbywa się w ścisłej łączności z tworzeniem się błony. O tem jednak, że wrzeciono, w pewnej niewielkiej zresztą mierze, może współdziałać w procesach zmiany układu chloroplastu, wnosić możemy z obserwacyj pewnych podziałów patologicznych t. j. takich, kiedy po karjokinezie cytokineza nie następuje. Wtedy chloroplast, być może pod wpływem wrzeciona (a może ruchów plazmy), ujawnia pewne rozsunięcie skrętów w miejscu podziału; przesuwanie się jednak plastydu do środka komórki w żadnym wypadku nie zachodzi.

Zależnie od położenia komórki względem obserwatora, obraz plastydu może być rozmaity. Odcinek podziałowy przedstawia się nam w jednym wypadku jako łuk lekko wygięty (ryc. 126), w drugim zaś jako wstęga idąca naukos komórki (ryc. 127). Oczywiście występuje również cały szereg ułożeń pośrednich.

Położenie drugie (ryc. 127) jest o wiele wygodniejsze dla obserwacji, ponieważ wtedy chloroplast jest przecinany



Ryc. 126.

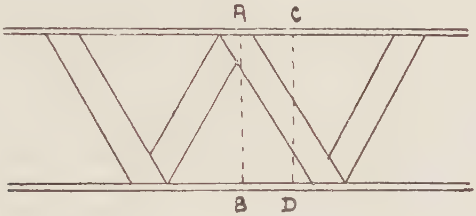


Ryc. 127.

Schematy odtworzone z pasków papieru, przedstawiające rozmaity układ chloroplastu podczas cytokinezy.

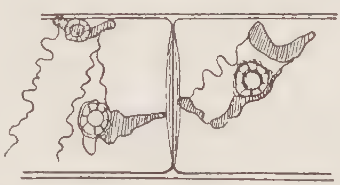
płasko. Już na początku obserwacji można przewidzieć jaki będzie układ chloroplastu podczas cytokinezy. Jeśli bowiem błona zacznie się tworzyć w płaszczyźnie AB (ryc. 128), to układ plastydu podczas cytokinezy będzie odpowiadał położeniu pierwszemu (ryc. 126); jeśli w płaszczyźnie CD, to układ chloroplastu będzie odpowiadał położeniu drugiemu (ryc. 127).

Zmiana położenia chloroplastu powoduje przegięcie się jego w miejscu podziału.



Ryc. 128.
Schemat, ilustrujący miejsca tworzenia się błony poprzecznej (AB lub CD) w stosunku do jednego odcinka chloroplastu.

Zrozumienie tego przegięcia plastydu ułatwia nam model z paska papieru, który skręcony tak, aby tworzył półkole, następnie przy rozciąganiu (nie zmieniając położenia palców) przekręca się w środku. Podczas podziału, a zwłaszcza po podziale, otrzymamy wskutek tego charakterystyczny obraz końców chloroplastu: jednego płaskiego a drugiego zaostrzonego (ryc. 129).



Ryc. 129.
Charakterystyczny obraz końców plastydu; koniec chloroplastu po prawej stronie błony poprzecznej płaski i szeroki, po lewej stronie zaostrzony.

Zamykający się pierścień otacza wkońcu chloroplast; wyrostki boczne plastydu zwijają się, brzegi chloroplastu wyrównywują się, część zaś chloroplastu, przechodząca przez pierścień, zmienia się w cienki mostek, który szybko staje się coraz cieńszy i bledszy (ryc. 130).

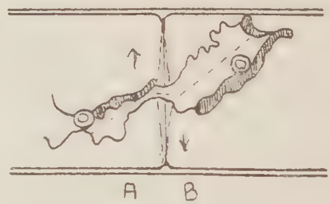
Ciśnienie, wywierane przez plazmę zamykającego się pierścienia, przyczyniać się niewątpliwie musi do przewężania plastydu. Pod wpływem tego

ciśnienia część chloroplastu, przechodząca przez pierścień, staje się walcowata. Ponieważ w dalszym ciągu ten walcowaty odcinek staje się coraz bledszy, należy przypuszczać, że substancja chloroplastu odpływa z miejsca podziału w obie strony tak długo, aż chloroplast stanie się cienkim pasemkiem, które wkońcu przerywa się.



Ryc. 130.
Odcinek podziałowy chloroplastu jako cienki mostek.

W ostatnich stadjach podziału plastydu końce prawie już przewężonego chloroplastu dążą w przeciwne strony (na ryc. 131 koniec A dąży do góry, koniec B w dół), wskutek czego odcinek podziałowy tworzy linję łamaną (zaznaczoną kreskami). Dla wytłumaczenia tego zjawiska musimy uciec się do przypuszczenia o istnieniu pewnych ruchów plastydu, uwarunkowanych jego specyficznemi właściwościami. Zdrowy chloroplast ma mianowicie tendencję układania się spiralnego, a wyprowadzony ze stanu skręcenia, ujawnia dążność, aby do tego stanu powrócić. Czynnikiem, który wyprowadza chloroplast ze stanu równowagi, jest zamykający się pierścień, tworzący błonę. Z chwilą gdy chloroplast zajmie położenie środkowe komórki, siła nacisku tego pierścienia przestaje działać w jednym kierunku, a zaczyna działać na plastyd ze wszystkich stron. Chloroplast, naciskany równomiernie ze wszystkich stron, ujawnia dążność do powrotu stanu normalnego i dlatego jego części, położone po obu stronach pierścienia, zaczynają tak wyginać się, aby zająć położenie jaknajbliższe błonie zewnętrznej. Wskutek tych ruchów, wytwarzają się na odcinku podziałowym siły rozciągające. Z drugiej strony ruchy te warunkują przybranie przez odcinek podziałowy, w późniejszych stadjach podziału, kształtu linji łamanej. Siły rozciągające,



Ryc. 131.
Chloroplast w miejscu podziału tworzy linję łamaną (linja kreskowana). Obraz taki jest wytworzony wskutek ruchów końców chloroplastów potomnych prawego w dół, a lewego do góry (strzałki).

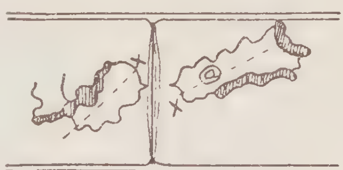
wespół z naciskiem pierścienia, przyczyniają się do przewężenia plastydu.

Wyżej opisane ruchy są dobrze widoczne przy podziałach patologicznych, kiedy błona podziałowa długi czas po podziale nie zamyka się całkowicie, a chloroplast pozostaje nieprzecięty. Otóż po pewnym czasie części plastydu, przyległe do odcinka podziałowego, ujawniały dążność do zajęcia położenia peryferycznego, wskutek czego plastyd w tem miejscu przyjmował kształt esowaty (ryc. 134).

Rozerwanie mostka, łączącego końce chloroplastów, jak mogłem wielokrotnie to stwierdzić, następuje dość szybko. Zjawisko to jest zgodne z obserwacjami Conard'a. Sądzę, że przerywanie się plastydu, może być spowodowane właśnie tą tendencją normalnego chloroplastu do zajęcia położenia peryferycznego w komórce. Obserwacje Conard'a potwierdzają ten pogląd, ponieważ według niego, powrót obiegów chloroplastu do położenia normalnego odbywa się jeszcze przed całkowitem zamknięciem się błony poprzecznej.

W jednym pojedyńczym wypadku patologicznym zaobserwowałem, że błona została zahamowana w swoim rozwoju, na stadjum pierścienia o dosyć szerokim otworze (ryc. 133), chloroplast zaś, odsunięty od błony zewnętrznej, przerwał się sam i oba jego końce powróciły do położenia peryferycznego. W danym przeto wypadku, przyczyną przerywania się plastydu były prawdopodobnie siły rozciągające.

Podkreślić też muszę, że przez czas dłuższy po podziale chloroplastu, zachowują się ostre wyrostki leżące z boku, w stosunku do osi chloroplastów (ryc. 132); stanowią one pozostałość mostu, łączącego poprzednio dwa chloroplasty potomne.



Ryc. 132.
Chloroplast po podziale; ostre wyrostki powstałe z przerwania się mostka, łączącego chloroplasty potomne, leżą w stosunku do osi chloroplastów z boku. XX Nowowytworzone końce plastydów.

Końce plastydu po podziale wracają do położenia peryferycznego, oddalając się szybko od błony poprzecznej. Zjawiskiem powrotu chloroplastu do położenia normalnego zajmował się Schmidt. Centryfugował on chloroplasty i zaobserwował, że z plazmy, otaczającej chloroplasty centryfugowane,

wyrastały niteczki plazmatyczne, dążące do plazmy przyściennej. Schmidt nie obserwował kurczenia się owych nitek, lecz przypuszczał, że one to mogą ustawiać chloroplast tak, aby zajął położenie normalne. Wbrew twierdzeniom Schmidt'a, Gicklhorn uważa, że chloroplast jest organem zupełnie biernym i tylko ruchy plazmy biorą czynny udział przy jego powrocie do położenia peryferycznego. Elastyczne właściwości, przypisywane przez Scarth'a chloroplastowi normalnemu, w prosty sposób tłumaczyłyby powrót chloroplastu do położenia peryferycznego.

Środkowe obiegi chloroplastu, które po jego podziale zbliżyły się, lub nawet czasem podsunęły pod obiegi następne, długi czas po podziale zachowują swoje położenie. Zjawisko to można, jak sądzę, wytłumaczyć w ten sposób, że części te znajdują się w położeniu zbliżonem do normalnego. Prawdopodobnie dopiero ruchy plazmy lub ruchy wzrostowe plastydu są zdolne usunąć te skupienia obiegów.

Analiza mikroskopowa podziału plastydu mimowoli nasuwa pytanie, jaka jest konsystencja chloroplastu? Z prac przytoczonych we wstępie autorów wynika, że plastyd u *Spirogyra* jest organem, którego lepkość może się zmieniać. Obserwacje, które przeprowadziłem nad dzielącym się plastydem, dowodzą płynności jego odcinka podziałowego. Zmienność zarysów końców dzielącego się plastydu, przesuwanie się na bok mostka łączącego te końce, zaokrąglanie się ich przy podziale—wszystkie te zjawiska mogą zachodzić tylko wtedy, jeśli konsystencja plastydu jest płynna. Obserwując zaś chloroplast wyginający się tak, aby zająć położenie jaknajbliższe błony zewnętrznej, odnosi się raczej wrażenie, że chloroplast posiada właściwości elastyczne. Odcinek podziałowy chloroplastu ze stanu solu, w jakim jest prawdopodobnie podczas cytokinezy, przechodziłby, przy powrocie do położenia peryferycznego, w stan gelu. Badania nad wyginaniem się chloroplastu raczej potwierdzają, według mnie, poglądy Scarth'a niż poglądy Gicklhorna. Autorowi temu możnaby zarzucić, że centryfugowanie — jako metoda badania stanu kolloidalnego plastydu—samo przez się stan ten może zmieniać. Gompel (1925) wykazał, że centryfugowanie powoduje u *Ulva* duże zwiększenie przepuszczalności, co przecież związane jest z odpowiedniemi zmianami w kolloidalnym stanie protoplastu. Z faktu, że centryfugowany plastyd nie po-

wraca do normalnego położenia, nie możemy jeszcze wyciągać wniosku, że brak mu w warunkach normalnych cech elastyczności (Gicklhorn). Powracanie do położenia normalnego plastydu, przemieszczonego tworzącą się błoną—a więc w warunkach całkowicie naturalnych — przemawia raczej za istnieniem tej elastyczności. Najprawdopodobniej istnieje możliwość zmian w stanie kolloidalnym odcinka podziałowego plastydu, oraz możliwość występowanią różnych stanów w różnych miejscach plastydu.

Na zakończenie kilka słów o nienormalnych podziałach, które zachodzą w tych wypadkach, gdy komórka żyła w niesprzyjających warunkach.

1) Jądro dzieli się normalnie, cytokineza nie dochodzi do skutku. O zachowaniu się chloroplastu w takich wypadkach była mowa wyżej; ujawnia on wtedy daleko idące objawy degeneracji [1]).

2) Bywają wypadki, w których cytokineza zostaje zapoczątkowana, lecz następnie w pewnym momencie przerwana, a komórka pozostaje podzieloną połowicznie. Chloroplast zostaje wówczas odsunięty od błony zewnętrznej tak, że przechodzi przez otwór niezamkniętego pierścienia i pozostaje trwale w tem położeniu (ryc. 133).

3) Wreszcie cytokineza bywa tak daleko posunięta, że pierścień plazmy obejmuje chloroplast, nie przerywając go jednak. Chloroplast wówczas po pewnym czasie wygina się (ryc. 134).



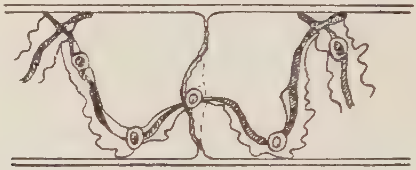
Ryc. 133.
Pierścień błony poprzecznej nie zamknięty aż do środka. Błona poprzeczna jest już widocznie zgrubiała.

W obu powyższych wypadkach częściowo wytworzona błona po pewnym czasie grubieje, dając na przekroju optycznym dwa wyrostki mniej lub więcej do siebie zbliżone. Komórki takie można bardzo często obserwować pośród komórek po-

---

[1]) W takich komórkach, w których chloroplast ma układ nieregularny, należy spodziewać się niewytworzenia błon poprzecznych (Wisselingh).

dzielonych normalnie; rzecz pozatem ciekawa, że mogą się one w dalszym ciągu dzielić.



Ryc. 134.
Pierścień błony poprzecznej niezamknięty całkowicie; chloroplast pozostaje nieprzecięty, ujawniając po pewnym czasie tendencję do zajęcia położenia peryferycznego.

Pracę wykonałem pod kierunkiem p. prof. Z. Wóycickiego, któremu pragnę złożyć najserdeczniejsze podziękowania za światłe kierownictwo. Składam również serdeczne podziękowania p. doc. dr. Wł. Beckerowi za życzliwe rady i cenne wskazówki.

Wnioski.

1) Chloroplast, zdaniem mojem, wbrew twierdzeniom Conard'a, jest przesuwany ku środkowi komórki przez zamykający się pierścień, tworzący błonę poprzeczną.

2) Wskutek nacisku zamykającego się pierścienia błonotwórczego następuje prawdopodobnie odpływ substancji chloroplastu z miejsca podziału i przewężanie się plastydu, mającego w tem miejscu prawdopodobnie charakter solu.

3) Udział wrzeciona w akcie podziału chloroplastu jest, wbrew Conard'owi, wykluczony.

4) Powrót chloroplastu do położenia normalnego utwierdza mnie w przekonaniu, że plastyd posiada wtedy własności elastyczne.

Literatura.

Conard A. 1929. Sur la division cellulaire chez *Spirogyra*. Comptes Rendus de Séances de la Soc. de Biol. 102, p. 71.

Gicklhorn J. 1933. Ueber aktive Chloroplasten — Kontraktion bei *Spirogyra* und den Aggregatzustand der Spiralbänder. Protoplasma 17, p. 571.

Gompel M. 1925. Sur la pénétrabilité des acides dans les cellules d'*Ulva lactuca.* Ann. de physiol., 1, p. 166.

Kolkwitz R. 1898. Die Wachstumgeschichte der Chlorophyllbänder von *Spirogyra.* Festschrift Schwendeners., p. 271.

Küster E. 1927. Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Chloroplasten. Protoplasma 2, p. 65.

Lepeschkin W. 1924. Kolloidchemie der Protoplasma. Berlin.

Lloyd F. E. 1924. Some effects of narcotics on *Spirogyra.* Mc. Gill University Publications. Ser. II. 25, p. 2.

Ponomarew A. P. 1914. Zur Kenntnis des Chloroplastenbau. Berichte d. Deusch. bot. Ges. 32, p. 483.

Sakamura T. 1933. Beiträge zur Protoplasmaforschung an *Spirogyra*-zellen. Journal of the Facult. Sc. Hokkaido Imp. Univ., Ser. V. 2, p. 287.

Scarth G. W. 1924. Colloidal changes associated with protoplasmic contraction. Quart. Journal of Exper. Physiology. 14, p. 99.

Schmidt E. W. 1916. Das Verhalten von *Spirogyra*-zellen nach Einwirkung der Zentrifugalkräfte. Berichte d. Deusch. bot. Ges. 34.

Schmitz F. 1882. Die Chromatophoren der Algen. Bonn.

Strasburger E. 1880. Zellbildung und Zelltheilung. Jena.

Weber F. 1921. Zentrifugierungs - Versuche mit ätherisierten *Spirogyra.* Biochem. Zeitschr. 126, p. 21.

De Wildeman E. 1891. Recherches au sujet de l'influence de la température sur la marche, la durée et la fréquence de la cariocinèse dans la règne végétal. Annales de la Soc. Belges de Mikrosp. 15, p. 5.

Van Wisselingh C. 1900. Ueber mehrkernige *Spirogyra* - zellen. Flora. 87, 378.

— 1924. Die Zellmembran. Handbuch der Pflanzenanatomie 3. Berlin.

Wóycicki Z. 1907. Über pathologische Wachstumerscheinungen bei *Spirogyra* — und *Mougeotia* — Arten in Laboratoriumskultur. Berichte d. Deutsch. bot. Ges. 25, p. 527.

Zusammenfassung.

Vor der Kernmetaphase führen die Plasmabewegungen zur Ausbildung eines Plasmaringes am Orte der Zellteilung, welcher den in Teilung begriffenen Kern allseits umfasst. In der Telophase beginnt sich auf dem Terrain des Plasmaringes eine Membran zu bilden. Infolge der Entstehung des membranbildenden Ringes wird der Chloroplast ein wenig von der Längswand der Zelle abgerückt. Das weitere Vorrücken des Chloroplasten gegen das Zentrum der Zelle wird durch den Druck des sich schliessenden membranbildenden Ringes auf den Plastid hervorgerufen. Im Gegensatze zu den Beobachtungen von Conard, dringt der Chloroplast bei seinem Vorrücken nach dem Zentrum der Zelle nicht auf das

Spindelterrain ein, sondern lagert sich auf der Oberfläche der Spindel.

Infolge Vorrückens des Chloroplasten gegen das Zentrum der Zelle weichen die Mittelabschnitte des Schraubenbandes am Teilungsorte auseinander, während der Teilungsabschnitt des Chloroplasten eine Biegung erfährt. Im Gegensatze zu Conard vermute ich, dass das Auseinanderweichen der Schraubenbandabschnitte nicht durch die Längsstreckung der Spindel, sondern durch die Geradestreckung des medianen Plastidenabschnittes hervorgerufen wird. Infolgeder Einwirkung des sich schliessenden Plasmaringes nimmt schliesslich der Chloroplast eine zentrale Lage in der Zelle ein; der erwähnte Ring umgibt den Chloroplasten von allen Seiten und übt auf den Teilungsabschnitt einen gewissen Druck aus. Unter der Einwirkung des Druckes fliesst die Substantz des Plastiden, die während der Zytokinese eine deutlich flüssige Konsistenz aufweist, beiderseits ab und infolgedessen wird der Teilungsabschnitt allmählich dünner und blasser, bis er zuletzt zu einem dünnen Faden reduziert wird, der ziemlich plötzlich eine Durchschnürung erfährt.

Zur endgültigen Spaltung des Plastiden führt vielleicht die Tendenz des in der Öffnung des membranbildenden Ringes lokalisierten Chloroplasten zur Einnahme einer der Längswand am meisten benachbarten Lage, wodurch Biegung des Plastiden hervorgerufen wird und Zerrkräfte am Teilungsorte aktiviert werden.

Meiner Ansicht nach wird dieser Prozess weit besser verständlich, wenn wir zur Aufklärung desselben die Anschauungen von Scarth über die elastische Natur des ungeteilt bleibenden Plastiden heranziehen, als wenn wir uns auf die Gicklhorn'sche Theorie von der flüssigen Konsistenz des Chloroplasten stützen. Möglicherweise treten im Teilungsabschnitt des Chloroplasten nach dem Abschluss der Zytokinese (während welcher er flüssig ist) Eigenschaften eines elastischen Gels zutage. Der von Gicklhorn angewandten Zentrifugierungsmethode lässt sich vorwerfen, dass die blosse Zentrifugierung selbst den Kolloidzustand des Protoplasten und somit auch den des Plastiden zu ändern vermag (vgl. Gompel).

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.

KULESZANKA JADWIGA
Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

ROZWÓJ ZIARN PYŁKU U *POTAMOGETON FLUITANS*.

(Die Entwicklung der Pollenkörner bei *Potamogeton fluitans*).

Wstęp.

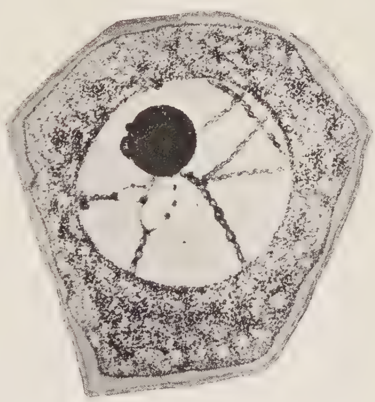
Zestawienie prac cytologicznych, dotyczących rodziny *Potamogetonaceae* znajdujemy w pracy Wiśniewskiej z r. 1931, która, zebrawszy dane starszej daty, uzupełniła je szczegółowemi badaniami cytologicznemi nad *Potamogeton perfoliatus*. Praca ta posłużyła za punkt wyjścia moich własnych badań, mających na celu poznanie tychże procesów u jeszcze jednego gatunku rodzaju *Potamogeton*. Materjał utrwalony w płynie Flemminga, Nawaszyna, lub Regaud został mi w części przekazany przez p. Wiśniewską, w części zaś pochodził z moich własnych zbiorów. Najlepsze stosunkowo preparaty otrzymałam po płynie Regaud, chociaż i utrwalacz Nawaszyna dawał wyniki zupełnie zadawalniające, powodując nieznaczną tylko plazmolizę (Wiśniewska, 1931 r. str. 157—158). Skrawki grubości 7 μ barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina, poczem podbarwiałam je jeszcze zielenią jasną. Barwień podwójnych, podanych przez Wiśniewską, nie stosowałam, gdyż z jednej strony nie było mojem zadaniem wniknąć głębiej w naturę jąderek, występujących u *Potamogetonaceae* w podziale mejotycznym, z drugiej zaś strony barwienia te, jak to podaje Wiśniewska (str. 158), nie dają oczekiwanych rezultatów.

Rozwój pyłku.

Pomijam w tem miejscu opis stosunków, panujących w kłosach kwiatowych w związku z rozwojem pylników i pyłku, gdyż sprawy te podała Wiśniewska (1931 r. str. 158) i przechodzę odrazu do opisu poszczególnych stadjów podziału redukcyjnego. Macierzyste komórki pyłku (archespor) są ściśle ze sobą połączone i tworzą zwartą tkankę, którą można łatwo wyróżnić z pośród otaczających ją komórek wegetatywnych. Początkowo komórki archesporu są bardzo małe, potem szybko i silnie wzrastają, powiększając znacznie swoją objętość. W miarę ich wzrostu wzrastają również i jądra. W dojrzałych macierzystych komórkach pyłku jądra są bardzo duże, otoczone obficie cytoplazmą, nieco zwakuolizowaną. Trudno w tem miejscu przesądzać, czy taki obraz cytoplazmy jest realnym, czy też może mamy tu do czynienia z działaniem utrwalaczy. W każdym jednak razie materjał *Potamogeton fluitans* różni się pod tym względem od *P. perfoliatus,* u którego w/g Wiśniewskiej (1931, str. 159) w komórkach macierzystych pyłku zupełnie niema wakuol. Karjotyna jąder w postaci mniejszych lub większych bryłek, połączonych ze sobą cienkiemi nićmi, rozłożona jest pod błoną jądrową. Jąderka są kuliste i dość duże, a na nich spotyka się tu i owdzie utwory, które opisał Wiegand (1899 r.) u *Potamogeton foliosus,* Wiśniewska zaś (1931 r.) u *P. perfoliatus.* Utwory te zachowują się przez cały czas istnienia jąderka i giną dopiero z niem razem. Wyraźnie i typowo znajdujemy je dopiero w profazie mejozy, zwłaszcza dobrze widocznemi są one w okresie synizezy (por. ryc. 46 z pracy Wiśniewskiej), tem nie mniej można utwory te spostrzec i w młodych komórkach macierzystych pyłku przed ich podziałem redukcyjnym. We wczesnych stadjach profazy podziału redukcyjnego komórki macierzyste pyłku *Potamogeton fluitans* nie ulegają tak łatwej plazmolizie pod wpływem utrwalania, jak to podaje Wiśniewska dla *P. perfoliatus* (str. 160). Na preparatach otrzymanych przeze mnie cytoplazma przylega równomiernie do błony komórkowej, a nawet w okresie synizezy plazmoliza nie jest wcale tak silną. Błony komórkowe we wczesnej profazie są cienkie, podobnie jak to podaje Wiśniewska na ryc. 46 str. 160), ale już w późniejszej profazie stają się one znacz-

nie grubsze. Protoplast komórki uległ nieznacznemu skurczowi z jednoczesnem wydzieleniem kallozy, barwiącej się zapomocą zieleni jasnej (por. Wóycicki 1932 a, b). W stadjum leptotenu widać wyraźnie nici chromatynowe gęsto rozłożone na terenie jądra. W wielu wypadkach można z łatwością zaobserwować ich równoległe ułożenie parami. Synizeza, spotykana często na preparatach, wykazuje silny skurcz karjotyny. Czasem na nitkach chromatynowych w synizezie spotykałam drobne ziarenka, o których wspomina Wiegand, Murbeck, oraz Wiśniewska. Nici, wyodrębniające się z kłębka synaptycznego, są podwójnej niemal grubości. W typowym pachytenie można na pewnych odcinkach stwierdzić podwójną strukturę tych nici.

Na preparatach swoich u *P. fluitans* znalazłam stadja diplotenowe, w których nici chromozomowe oplecione są dokoła siebie dość luźno, tak że otrzymujemy bardzo wyraźne obrazy struktury pseudo-perełkowatej (ryc. 135). Taką właśnie strukturę podają, choć w mylnej interpretacji, Wiegand (1899) u *Potamogeton foliosus* i Murbeck (1902) u *Ruppia rostellata,* wbrew wynikom pracy Wiśniewskiej, która u *Potamogeton perfoliatus* jej nie stwierdziła (str. 161). Po typowym strepsitenie możemy wyróżnić rozmaite stadja skracania i grubienia chromozomów, poczem — we wczesnej diakinezie — mamy prócz chromozomów pałeczkowatych i kuliste. Ułożenie partnerów-biwalentów również może być różne i przypomina figury podane przez Wiśniewską (na ryc. 50, str. 162). W późnej diakinezie większość chromozomów geminowych przyjmuje już ostatecznie postać kulistą. Takiemi są również chromozomy w początku metafazy pierwszego podziału. Po zaniku jąderka i błony jądrowej powstaje odrazu wrzeciono dwubiegunowe. Przejściowego okresu o wrzecionie wielobiegunowem, które opisuje Wiegand u *P. foliosus,* nie zaobserwowałam, podobnie jak nie



Ryc. 135.
Potamogeton fluitans, diploten, (szczegóły w tekście). z. + 3000.

widziała go Wiśniewska u *P. perfoliatus*. Włókna wrzeciona po utrwalaczu Nawaszyna są silnie zarysowane; widać wyraźnie poszczególne nitki oraz pęczki nici, z łączące się z poszczególnemi chromozomami. Bardzo rzadko spotykałam ułożenie wrzeciona pośrodku komórki, naogół zajmuje ono położenie w pobliżu błony komórkowej. W metafazie podziału redukcyjnego chromozomy u *Potamogeton fluitans* nie tworzą w równiku komórki takiej zbitej masy, jak to się okazuje u *P. perfoliatus*. Z liczby chromozomów, obliczanych w metafazie i w diakinazie, wypadło, że $n = 52$.

Przypomnijmy, że dla *Potamogeton perfoliatus* podała Wiśniewska jako haploidalną liczbę około 24 chromozomów. Dla *Potamogeton fluitans* liczba haploidalna wynosiłaby zatem około 26 chromozomów. Bieguny wrzeciona metafazowego są ostro zakończone, ostrość ta zatraca się jednak w anafazie I-go podziału. Tworzenie się błony zaczyna się zawsze od środka i postępuje ku jego brzegom. Zakładająca się na wrzecionie młoda przegroda pierwotna ma charakter ziarnisty. Substancja tych ziarenek zdaje się barwić zielenią jasną, zachowuje się więc podobnie, jak kalozowe opony komórek (Yasui, 1931).

Błony dzielące diady początkowo są cienkie; jądra diad stosunkowo małe w porównaniu z jądrami macierzystych komórek pyłku z okresu profazy. Po krótkiej interkinezie zaczyna się podział homeotypowy. Metafazy i anafazy tego podziału oglądane zgóry nadają się również dobrze do ustalenia liczby chromozomów, których naliczyłam tutaj 26.

Gotowe tetrady są luźno po komorze pylnikowej rozrzucone. Rozpadające się tetrady są przez długi czas pogrążone w peryplazmodium, tak charakterystycznem nietylko dla rozwoju *Potamogeton*, ale i dla całego rzędu *Helobiae*.

Przez pewien czas ziarna pyłkowe rosną, błony zaś ich znacznie grubieją. Błona dojrzałego pyłku składa się z dwuch warstw. Zewnętrzna, egzyna, wykazuje delikatne urzeźbienie. Peryplazmodium zanika w momencie, kiedy pyłek jest już dwujądrowym. Przez podział komórki generatywnej otrzymujemy wreszcie trójjądrowe ziarno pyłkowe, właściwe dla przedstawicieli rzędu *Helobiae*. Obydwie komórki generatywne leżą blisko siebie podobnie, jak i u opisanych dotąd innych gatunków *Potamogeton* (por. Wiegand, 1900—*Potamogeton foliosus;* Wiśniewska, 1931 — *Potamogeton perfoliatus*).

Zachowanie się warstwy wyściełającej.

Warstwa wyściełająca u *Potamogeton fluitans* składa się przeważnie z jednej warstwy komórek, rzadziej bowiem spotyka się ją złożoną z dwuch, lub trzech warstw. Błony komórek tapetum są cienkie, jądra posiadają małe jąderka i dużo chromocentrów, rozrzuconych na terenie jądra, tuż przy błonie jądrowej. Plazma jest tu silnie zwakuolizowana. W stadjum macierzystych komórek pyłku komórki tapetum są jednojądrowe, w miarę zaś rozwoju archesporu wzrastają i komórki wyściełające. W stadjum synizezy macierzystych komórek pyłku komórki tapetum są już dwujądrowe, jądra przylegają do siebie, ale nigdy nie zlewają się z sobą. Trójjądrowych i czterojądrowych komórek warstwy wyściełającej, które dla *P. perfoliatus* podaje Wiśniewska (str. 161), zupełnie nie spotykałam. Podczas podziału homeotypowego k. m. pyłku, komórki warstwy wyściałającej zaczynają wkraczać do komory pylnikowej pomiędzy tetrady. W tym okresie błony ich zanikają i tworzy się obfite peryplazmodium. Jądra syncytium peryplazmodialnego wykazują różne fazy degeneracji, przyczem rozpad jąder zdaje się być tu szybszy i zachodzi wcześniej, niż u *P. perfoliatus*. W stadjum jednojądrowego pyłku mamy najczęściej jądra peryplazmodium już dalece zdegenerowane.

Streszczenie wyników.

1. W związku z opracowaniem przez Wiśniewską cytologji *Potamogeton perfoliatus*, poddano analizie cytologicznej *P. fluitans*.

2. Zasadnicze momenty rozwoju pyłku u tego gatunku przebiegają w zasadzie tak samo, jak i u *P. perfoliatus*. Stwierdzono trójjądrowość ziarn pyłku i typowe peryplazmodjum.

3. Haploidalna liczba chromozomów *P. fluitans* wynosi $n = 26$.

Literatura.

Murbeck, Sv. 1902. Über die Embryologie von *Ruppia rostellata* Koch. K. Svensk. Vet. Akad. Handl., 36.

Schürhoff, P. 1926. Die Zytologie der Blütenpflanzen.

Wiegand, K. M. 1898. Notes on the Embryology of *Potamogeton*. Bot. Gaz., 25.

— 1899. The development of the microsporangium and microspores in *Convallaria* and *Potamogeton*. Bot. Gaz., 28.

— 1900. The development of the embryosac in some monocotyledonous plants. Bot. Gaz., 30.

Wiśniewska, E. 1931. (Die Entwicklung der Pollenkörner bei Potamogeton perfoliatus L.). Rozwój ziarn pyłku u *Potamogeton perfoliatus* L. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. VIII, Nr. 3/4.

Yasui, K. 1931. Cytological Studies in Artificially Raised Interspecific Hybrids of *Papaver* III. Unusual Cases of Cytokinesis in Pollen Mother-Cells in F. Plant. Cytologia., 2, str, 402—419.

Wóycicki, Z. 1932a. Nieco szczegółów z zakresu rozwoju pylników i pyłku u niektórych przedstawicieli rodzaju *Gentiana*. I *Gentiana asclepiadea* L. (Quelques détails du dévelopment des anthères et du pollen chez certains représentants du genre *Gentiana*. I *Gentiana asclepiadea* L.). Acta Soc. Bot. Pol. Vol. IX, Nr. 1—2 (str. 7—30).

— 1932b. Über die simultane Tetradenteilung. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. IX, Nr. 3—4, str. 457—472.

Zusammenfassung.

1. Anschliessend an die zytologische Untersuchung von *Potamogeton perfoliatus* durch Wiśniewska (1931) wurde die Entwicklung der Pollenkörner bei *P. fluitans* einer Analyse unterzogen. Im allgemeinen verläuft dieselbe nach dem gleichen Schema wie bei *P. perfoliatus*. Es wurde festgestellt, dass die Pollenkörner dreikernig sind; es wird auch ein typisches Periplasmodium gefunden.

2. Die haploidale Chromosomenzahl beträgt bei *P. fluitans* $n = 26$.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.

MIGDALSKA BRONISŁAWA
Zakł. Botaniki Ogólnej Un. Warsz.

ROZWÓJ PYŁKU ORAZ LICZBA CHROMOZOMÓW U KILKU ODMIAN MIECZYKÓW.

(Développement du pollen et les nombres des chromosomes chez quelques variétés des *Gladiolus*).

Literatura, dotycząca rozwoju pyłku u rodzaju *Gladiolus*, jest bardzo uboga. Liczniejsze badania były poświęcone całej rodzinie *Iridaceae*. Z prac nad *mieczykami* wymienić przedewszystkiem należy pracę Lawsona z 1900 roku nad wrzecionem wielobiegunowem u bliżej nieokreślonej ogrodowej odmiany *Gladiolus*. Autor uważa komórki macierzyste pyłku [1]) rodzaju tego za wyjątkowy materjał dla powyższych badań.

Według Lawsona cytoplazma kom. mac. p. występuje w postaci siateczki, na której nieregularnie są rozsiane drobne ziarenka. Podczas gdy w jądrze zaczynają się wyróżnicowywać chromozomy, naokoło jądra nagromadza się warstwa ziarnistej perykarjoplazmy. Część jej, przylegająca bezpośrednio do błony jądrowej, przekształca się w utwór siatkowaty, którego oczka wydłużają się następnie w różnych kierunkach. W ten sposób powstaje figura wielobiegunowa. Następnie—zdaniem Lawsona—błona jądrowa ginie, a włókna, przenikające na terytorjum jądra, przyczepiają się do chromozomów. Liczba wierzchołków we wrzecionie wielobie-

1) W dalszym ciągu komórki macierzyste pyłku oznaczane będą: kom. mac. p.

gunowem zmniejsza się i wrzeciono, przechodząc poprzez fazę cztero i trójbiegunową, staje się zwykłym utworem dwubiegunowym.

Poza pracą Lawsona rozwojem pyłku i garniturem chromozomów u *Gladiolus* zajmowano się tylko ubocznie.

Guignard (1915) poświęca kilka zaledwie słów rodzajowi *Gladiolus*, pisząc, że kom. mac. p. u *Gladiolus communis* nie przystępują wcale do podziału redukcyjnego, natomiast kom. mac. p. u *G. gandavensis* mają przeważnie wygląd normalny i rozwijają się podobnie jak u innych *Iridaceae*.

Badania Vilmorina i Simoneta (1927) nad różnemi odmianami *G. gandavensis* i *G. primulinus* doprowadziły autorów do wniosku, że posiadają one po 30 chromozomów małych, nie różniących się jedne od drugich. U niektórych odmian, np. u *G. primulinus* var. Souvenir i *G. gandavensis* var. Pompé, chromozomy w płycie metafazowej są połączone delikatnemi nitkami. Ziarna pyłkowe są jednak w większości wypadków zdegenerowane.

Tammes w 1930 r. opisał na intynie *Gladiolus* zgrubienia w formie wąskich pasemek.

Wreszcie badaniom Elfvinga i Strasburgera zawdzięczamy wiadomości, dotyczące dojrzałych ziarn pyłkowych, które są trójjądrowe (p. Schnarf 1929).

Materjał i metody.

Badania swoje przeprowadziłam na pręcikach następujących odmian:

Gl. Gandavensis		var.	Red Emperor
,,	,,	,,	Rose Précoce
,,	,,	,,	Brenchleyensis
,,	,,	,,	Schwaben
Gl. primulinus		var.	Innocence
,,	,,	,,	Xanthia
,,	,,	,,	Daphne
,,	,,	,,	Souvenir.

Liczbę chromozomów ustalałam na podstawie obliczeń płytek metafazowych w kom. mac. p. oraz stożków wzrostu korzeni.

Materjał zbierałam w końcu lipca i w sierpniu 1931 i 1932 roku. Stożków wzrostu korzeni dostarczyły mi bulwki hodowane w wodzie.

Młode pręciki utrwalałam po ich wypreparowaniu w mocnym płynie Flemminga i Nawaschina, barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina lub safraniną (z aniliną), błony zaś podbarwiałam roztworem zieleni jasnej w olejku goździkowym. Najlepsze wyniki otrzymałam przy utrwalaniu materjału w płynie Nawaschina i barwieniu hematoksyliną z podbarwianiem błon zielenią jasną.

Podczas obserwacyj posługiwałam się immersją $^1/_{12}$ Zeissa i okularami komp. 10, 15 i 20 Zeissa i 17 Reicherta. Rysunki wykonałam przy pomocy aparatu rysunkowego Zeissa.

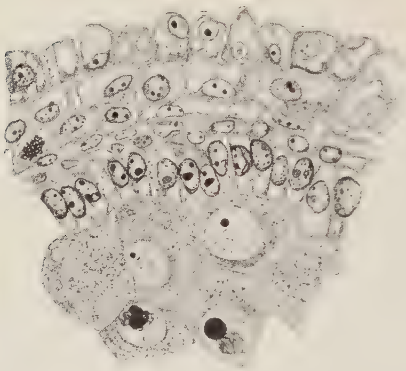
Pragnę na tem miejscu złożyć Profesorowi Zygmuntowi Wóycickiemu, Kierownikowi Zakładu Botaniki Ogólnej U. W., serdeczne podziękowanie za światłe rady i wskazówki oraz nieustanną pomoc w trakcie pracy.

1. *Gladiolus gandavensis* var. Red Emperor.

Na przekroju poprzecznym przez młody pylnik widzimy tuż pod skórką cztery—względnie pięć warstw komórek, otaczających komory pylnikowe. Dwie warstwy komórek podskórnych kształtem są zbliżone do komórek skórki. Komórki dwóch następnych warstw są płaskie, zawierają duże jądra, które częstokroć wypełniają niemal całą komórkę. Przylegająca do archesporu warstwa tapetum składa się z elementów które kształtem swym różnią się zarówno od komórek podepidermalnych, jak i komórek archesporu; wydłużone i ustawione rzędem, jak kolumny, tworzą one zbitą warstwę palisadową. Mniej więcej w środku każdej komórki znajduje się duże, silnie hyperchromatyzowane jądro, na którego terenie występują dwa lub kilka jąderek wraz z licznemi drobnemi ziarenkami chromatynowemi, połączonemi często delikatnymi mostkami. U podstawy komórek tapetum spoczywają niewielkie wakuole. W plazmie występują czasem drobne ziarenka, barwiące się również hematoksyliną.

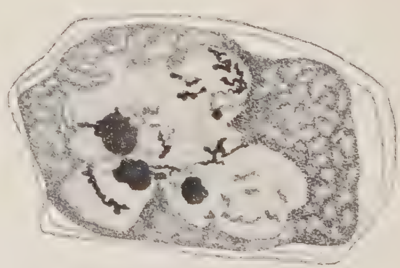
Kom. mac. p. we wczesnych okresach przylegają ściśle do siebie. Zawierają duże jądra, a w nich jedno większe lub trzy mniejsze jąderka (ryc. 136).

Podczas gdy kom. mac. p. przystępują do podziału, dzielą się również jądra komórek wyścielających. Jądra pochodne pozostają tu jednak blisko siebie, błona między nimi nie tworzy się, wskutek czego powstają dwujądrowe komórki tapetum. Obok takich dwujądrowych występują także jednojądrowe komórki; jądra ich są znacznie większe i powstały prawdopodobnie ze zlania się dwóch jąder lub skutkiem jednogrupowej rekonstrukcji (por. Gołaszewska, 1934). Zanim wyróżnicują się chromozomy w jądrach komórek archesporu jądra komórek tapetum przechodzą przez drugi podział, którego wynikiem są czterojądrowe komórki wyścielające. Należą one jednak do wyjątków.



Ryc. 136.
Gladiolus gandavensis var. Red. Emper. Przekrój poprzeczny przez młody pylnik. × ± 900.

Protoplasty kom. mac. p. w miarę swego rozwoju podlegają skurczowi podobnemu do tego, jaki u *Gentiana* opisał Wóycicki (1932 a, b), a wolne miejsce pomiędzy niemi zajmuje szklista kallozowa substancja. Komórki tapetum natomiast wydłużają się i wkraczają wgłąb komory. Często na t. zw. placentoidzie komórki tapetum, dzieląc się, tworzą dwu lub trójwarstwowe półwyspy, które przenikają na terytorjum archesporu (Wóycicki, 1932 a). Zaburzenia w rozwoju archesporu spotykają się tu często, a wówczas w takich gonotokontach plazma ulega silnej wakuolizacji, błona jądrowa ginie i zawartość jądra, tworząc uprzednio nieregularne skupienia, rozlewa się po plazmie (ryc. 137).

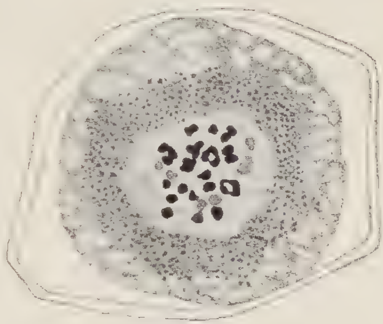


Ryc. 137.
Gl. gandavensis var. Red Emper. Jądro ulega karjoreksji. × ± 1350.

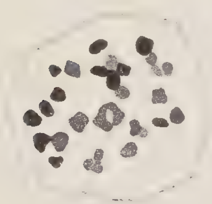
Mamy tu przeto do czynienia z klasyczną „karyorrhexis"

(Tischler, 1934). W komórkach, rozwijających się normalnie, w okresie metafazy można w plaźmie wyróżnić trzy strefy: strefę zewnętrzną, zwakuolizowaną, drugą—środkową, otaczającą płytkę i zawierającą bardzo liczne, drobne ziarenka, silnie barwiące się którą Lawson (1900 nazwał perykarjoplazmą, a Devisé (1922) płaszczem mitochondrialnym), i wreszcie część wewnętrzną, będącą zapewne terenem soku jądrowego (ryc. 138).

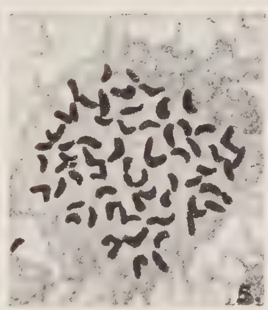
Drobne, okrągłe, trochę spłaszczone, chromozomy nie różnią się wybitnie jedne od drugich. W płytce nie są one równomiernie rozmieszczone, ale skupiają się — oprócz par—także po trzy lub cztery. Co do liczby chromozomów, to spotykałam najczęściej płytki z 32 parami (ryc. 139), to znaczy z liczbą, która odpowiada liczbie chromozomów w płytkach metafazowych stożków wzrostu korzeni (2 $n = 64$). Zapóźnienia chromozomów w okresie anafazy stanowią tu rzecz zwykłą.



Ryc. 138.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Metafaza podziału redukcyjnego. × ± 1350.



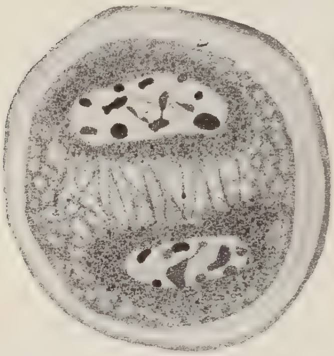
Ryc. 139.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Płytka metafazowa kom. mac. p.: chromozomy biwalentne. × ± 2100.



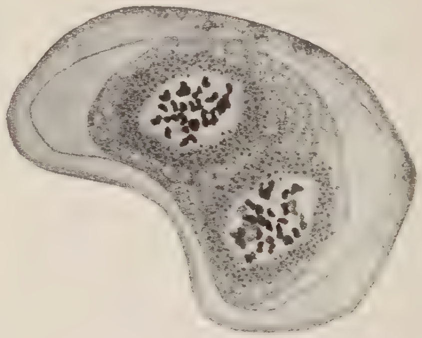
Ryc. 140.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Płytka metafazowa stożka wzrostu z 64 chromozomami. × ± 2800.

Aż do tej chwili strefa ziarnista otacza całe wrzeciono. W późniejszych stadjach, a więc w stadjum telofazy podziału

heterotypowego, oraz metafazy i anafazy podziału homotypowego, widzimy dwie takie strefy; każda z nich otacza bądź każde z jąder diadowych, bądź elementy z nich powstające (ryc. 141, 142).



Ryc. 141.



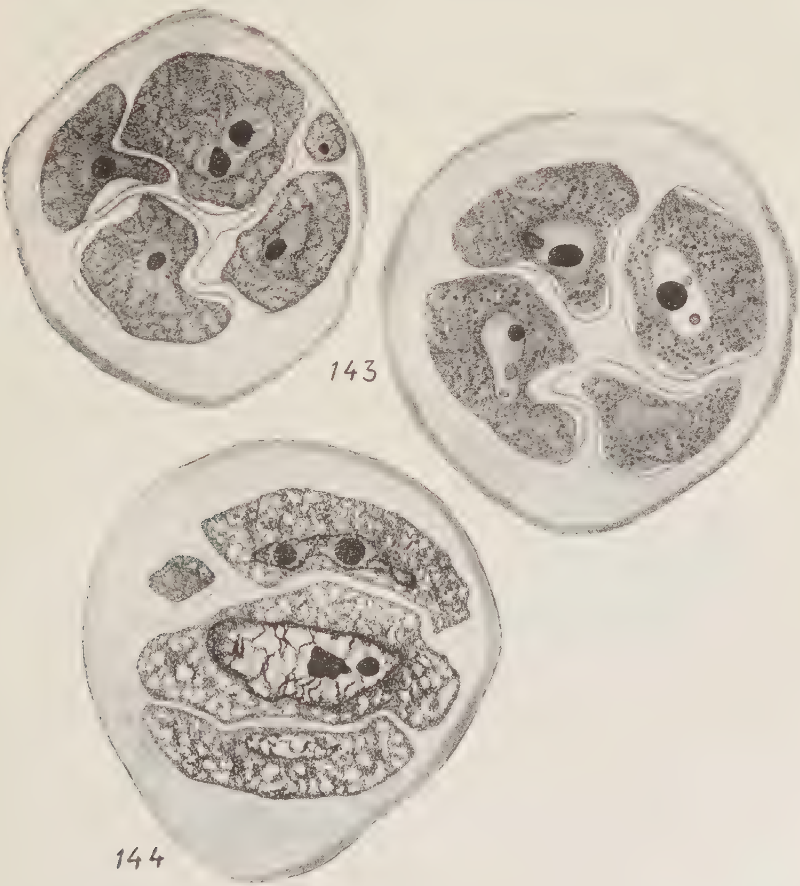
Ryc. 142.

Ryc. 141.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Rekonstrukcja jąder potomnych. Wakuolizacja strefy równikowej. × ± 1350.

Ryc. 142.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Metafaza podziału homotypowego. × ± 1350.

Błona komórkowa po podziale redukcyjnym nie tworzy się. Wprawdzie wówczas gdy jądra, otoczone strefą ziarnistą, znajdują się w stadjum telofazy, w równiku zjawia się szereg wakuolek, ale do całkowitego podzielenia cytoplazmy nie dochodzi (ryc. 141). Następuje wkrótce podział homotypowy, prowadzący do wytworzenia tetrad. Dopiero po tym podziale między komórkami siostrzanemi powstają błony, z czego wynika, że jakkolwiek rodzaj *Gladiolus* należy do roślin jednoliściennych, dla których charakterystyczny jest typ podziału kolejnego, to jednak pyłek rozwija się tak, jak u roślin dwuliściennych, a więc według typu podziałów równoczesnych. W międzyczasie na terenie komory pojawia się płyn wydzielany przez komórki wyściełające. Płyn ten zajmuje najpierw przestrzenie międzykomórkowe, powstające przez rozdzielenie się gonotokontów, a następnie wnika także na teren degenerujących komórek. Śluz ten w materjale utrwalonym ma początkowo strukturę piankowatą, później jednak występuje w formie grubych pasm (G o ł a s z e w s k a, 1934).

Ułożenie ziarn pyłkowych w tetradzie jest różne. Typowe tetrady z 4 ziarnami pyłkowemi są dosyć rzadkie; najczęściej występują takie, w których jest więcej niż cztery gony. Takie mikrogony (ryc. 144) u *G. gand.* var. Red Emper. nie posiadają najczęściej wyraźnego jądra (co zresztą i u dużych ziarn się spotyka); czasem widoczne jest tylko jąderko. W każdej prawie tetradzie dwa albo trzy, a nawet wszystkie ziarna czasem degenerują; jądra przybierają wówczas dziwne, wydłużone albo poprzewężane kształty. Błona jądrowa słabo tylko się zarysowuje, jedynie duże jąderka najdłużej się zachowują. Charakterystyczną rzeczą, którą trudno pominąć,



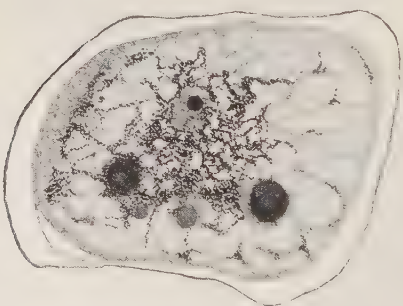
Ryc. 143 i 144.
Gladiolus gand. var. Red Emper. Ułożenie kwadratowe (ryc. 143) i piętrowe (ryc. 144) gonów. $\times \pm 1350$.

jest dziwne powyginanie błon poszczególnych ziarn pyłkowych. Błony te zahaczają często kilkakrotnie jedne o drugie. Pozatem samo ułożenie ziarn w tetradzie zasługuje na baczniejszą uwagę. Wbrew typowi, ustalonemu przez Tammesa (1930), poszczególne ziarna są tu ułożone albo kwadratowo (ryc. 143), albo piętrowo (ryc. 144). Z chwilą rozpadnięcia się tetrad, plazma gonów ulega wakuolizacji.

W pyłku gotowym egzyna posiada urzeźbienie oraz wyraźną brózdę podłużną.

2. *Gladiolus gandavensis* var. Rose Précoce.

U *Gladiolus gandavensis* var. Rose Précoce rozwój pyłku przebiega naogól podobnie jak i u poprzedniej odmiany. Duże jądra eliptyczne, położone przy jednym boku komórki, zawierają jedno lub dwa jąderka, często zlewające się ze sobą. W późniejszych stadjach profazy jądro przybiera kształt kulisty i położenie centralne. Normalnych jednak komórek jest tu znacznie mniej, niż u poprzedniej odmiany, i do stadjum diakinezy dochodzi zaledwie niewielki ich procent. Jeśli cała komora rozwija się normalnie, to w pozostałych gonotokonty są zupełnie zgniecione albo silnie zwakuolizowane. W tym ostatnim wypadku na terenie gonotokontu występuje zwykle kilka utworów kulistych — znacznych stosunkowo wymiarów. Leżą one w pobliżu lub na terenie plazmy wybarwiającej się silniej i tem wskazującej na miejsce istniejącego tu dawniej, a ulegającego pyknozie jądra (ryc. 145).

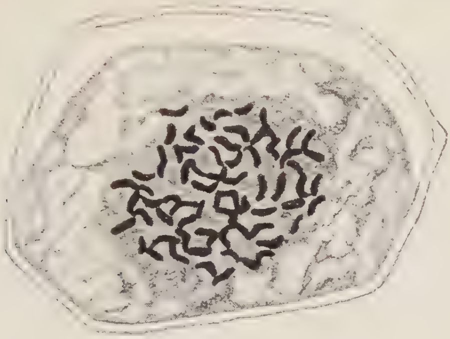


Ryc. 145.
Gladiolus gand. var. Rose Précoce. Wakuolarna degeneracja gonotokontu. Pyknoza jądra. × ± 1350.

W okresie metafazy cytoplazma gonotokontu jest zróżnicowana podobnie jak u poprzedniej odmiany na trzy strefy. Chromozomy są drobne i wyraźnych różnic nie wykazują. W meta i anafazie II podziału kom. mac. p. jest ich 32, w korzeniach natomiast 64 (ryc. 146).

Komórki tapetum zachowują się tak samo jak u *Gladiolus gand.* var. Red Emperor.

Wskutek małej ilości komórek, dzielących się normalnie, nie mogłam prześledzić dokładnie powstawania tetrad. Je-



Ryc. 146
Gladiolus gand. var. Rose précoce. Płyta metafazowa o 64 chromozomach z merystemy korzenia. $\times \pm 2800$.

dnakże fakt, że obłonionych diad niema zupełnie, przemawia za tem, że i tu także zachodzi równoczesne tworzenie się gonów. Tetrady mogą zawierać trzy, cztery i pięć ziarn pyłkowych.

Często zdarza się, że tetrady są przez czas długi połączone ze sobą po kilka, tworząc długie sznury. Podobne zjawisko obserwował Gorczyński (1934) u jabłoni „Schöner von Boskoop” z tą wszakże różnicą, że stwierdził tam ponadto zjawisko cytomiksji.

3. *Gladiolus gandavensis* var. Brenchleyensis.

U tej odmiany miałam możność prześledzić, dokładniej niż u innych odmian, rozwój komórek wyścielających. Już we wczesnych okresach komórki rzeczone są wydłużone i zawierają duże jądra, położone centralnie. Pierwszy ich podział prowadzi do wytworzenia komórek dwujądrowych (ryc. 147[B]). Jądra takich komórek są spłaszczone i przylegają ściśle do siebie. Nie we wszystkich jednak komórkach powstają dwa jądra pochodne; w niektórych, już w czasie anafazy, następuje jednogrupowa rekonstrukcja (ryc. 147[A i C]). Takie „Restitutionkerne“ mogą dzielić się normalnie dalej (ryc. 147[D]). Dwujądrowe tapety rosnąc wydłużają się, a jądra ich wkrótce

dzielą się ponownie. Podczas podziałów występują niejednokrotnie anormalności w postaci nierównoczesnego rozchodzenia się chromozomów (ryc. 147^E^).

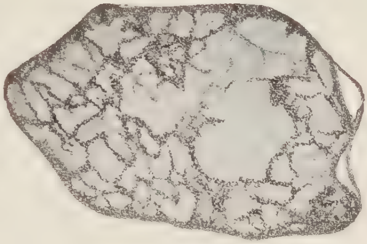


Ryc. 147.
Gladiolus gand. var. Brenchl. Różne fazy rozwoju komórek wyściełających. $\times \pm$ 1350. (Bliższe szczegóły w tekście).

Obok czterojądrowych komórek wyściełających występują jeszcze trójjądrowe, których powstanie można wytłumaczyć albo jednogrupową rekonstrukcją 2 jąder, albo też zanikiem jednego z czterech powstałych. Że ten drugi sposób jest możliwy wskazuje na to ryc. 147^F^. Widać na niej wyraźnie trzy jądra rekonstruujące się. Dwa z nich są mniejwięcej jednakowej wielkości i kształtu i pomiędzy niemi widać zanikający fragmoplast. Trzecie jądro jest nieco większe, ale w każdym razie nie powstało ze zlania dwóch jąder potomnych. W pewnej odległości od niego znajduje się utwór, który uważam za małe achromatynowane jądro. Resztki fragmoplastu, jakie istnieją między niemi, utwierdzają mnie w przypuszczeniu, że jest to jądro szczątkowe, degenerujące, powstałe wskutek nierównomiernego podziału chromatyny. W sąsiedniej komórce tego samego rysunku widać podobne zjawisko: trzy jądra normalne, leżące obok siebie, i czwarte małe, oddalone od nich i degenerujące. W okresie tym część cytoplazmy,

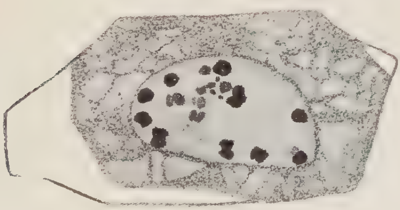
wyróżnicowana w postaci niteczek albo włókienek, występujących przeważnie u podstawy komórek, zabarwia się intensywnie i przypomina znaną oddawna t. zw. ergastoplazmę Bonneta. Są to prawdopodobnie strąty wewnątrzwakuolarne.

Mac. kom. p. u *G. gand.* var. Brenchl. bardzo wcześnie wyrodnieją. Już w okresach młodocianych na terenie plazmy pojawia się szereg wakuolek, znamionujących t. zw. wakuolarną degenerację plazmy. Jądra, z początku normalne, ulegają później wakuolizacji i zupełnemu wyjałowieniu (ryc. 148).

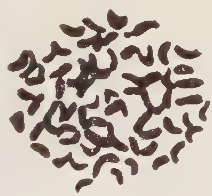


Ryc. 148.
Gladiolus gand. var. Brenchl.
Degeneracja kom. mac. p. × ± 1350.

Komórki macierzyste, silnie zwakuolizowane, kurczą się nie tracąc opon kallozowych. Procent tak wcześnie degenerujących komórek jest bardzo znaczny. Na 167 komórek znalazłam tylko sześć rozwijających się normalnie. Jedna tylko komórka była w stadjum diakinezy, ale i ta wyglądała raczej na degenerującą, niż normalną (ryc. 149). Z tego względu chromozomy liczyłam jedynie w płytkach metafazowych merystemy korzeni. Jest ich 64 (ryc. 150).



Ryc. 149.
Gladiolus gand. var. Brenchl. Mac. kom. p. w okresie diakinezy. × ± 1350.

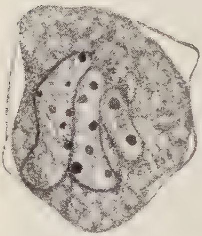


Ryc. 150.
Gladiolus gand. var. Brenchl. Płytka metafazowa merystemy korzenia. × ± 2800.

4. *Gladiolus gandavensis* var. Schwaben.

Badania przeprowadzone nad tą odmianą pozwoliły mi stwierdzić, że oprócz anormalności wyżej już opisanych występuje jeszcze jedna, polegająca na tem, że błona jądrowa w kom. mac. p. wiotczeje, ulega silnemu pofałdowaniu, wskutek czego

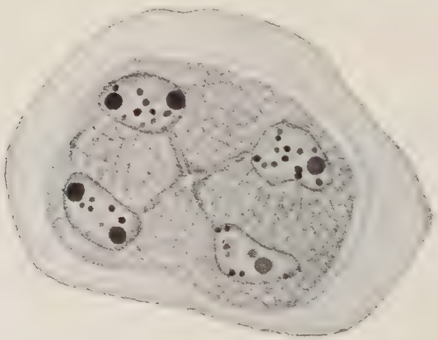
powstają brózdy, które robią wrażenie fragmentacji jądra (ryc. 151). Później błona jądrowa ginie, następuje wymieszanie karjoplazmy z cytoplazmą, a karjotyna tworzy stręty.



Ryc. 151.
Gladiolus gand. var. Schwaben. Pseudofragmentacja jądra gonotokontu. ×±1350.

I u tej odmiany tworzenie się tetrad jest równoczesne, widziałam bowiem na terenie komórki cztery jądra telofazowe, a między niemi beczułkowate fragmoplasty (ryc. 152). W płaszczyźnie równikowej jednego z nich widać ślad przegrody pierwotnej, a jednocześnie plazma przyścienna tworzy w miejscach równikowych wrzecion lekkie wgłębienia. Mamy tu przeto do czynienia z cytokinezą typu pośredniego, podobnego do typu *Magnolia* (Yamaha, 1926).

Wśród normalnych tetrad występują także często takie, w których jest pięć ziarn pyłkowych. Liczba chromozomów, ustalona w komórkach somatycznych ze stożków wzrostu korzeni, wynosi 64 (ryc. 153). Płyty metafazy I podziału wykazują 32 podwójne chromozomy (ryc. 154).



Ryc. 152.
Gladiolus gand. var. Schwaben. Tworzenie tetrad o typie zbliżonym do typu *Magnolia*. ×±1350.



Ryc. 153.



Ryc. 154.

Ryc. 153.
Gladiolus gand. var. Schwaben. Płyta metafazowa merystemy korzenia ($2n=64$). $\times \pm 2800$.

Ryc. 154.
Gladiolus gand. var. Schwaben. Płyta metafazowa kom. mac. p. ($n = 32$). $\times \pm 1800$

5. *Gladiolus primulinus* var. l'Innocence.

Kom. mac. p. we wczesnych stadjach rozwojowych wyglądają zupełnie normalnie.

Wydłużone komórki wyściełające posiadają duże jądra z dwoma, trzema albo czterema jąderkami. W górnej ich części występują wakuole; w komórkach bardziej wydłużonych wakuole są także i u podstawy.

Mac. kom. p. rosnąc zaokrąglają się, chociaż dzieje się to niezawsze, gdyż w dosyć licznych wypadkach mniej lub więcej ścisła łączność pomiędzy niemi trwa aż do chwili rozpadania się tetrad.

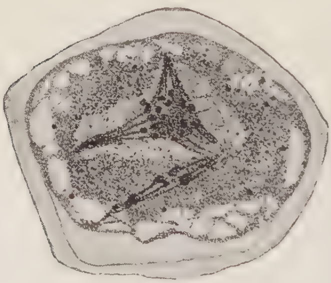
Zdarza się, że jądra dwóch sąsiednich mac. kom. p. tak ściśle przylegają do dzielącej je przegrody, iż czasem robi to wrażenie, jakgdyby nici chromatynowe jednego jądra przechodziły na teren drugiego. Być może, że mamy tutaj do czynienia z t. zw. cytomiksją.

Ze wzrostem kom. mac. p., komórki warstwy wyściełającej wydłużają się, a jądra ich dzielą się dwukrotnie. Z chwilą

zaś, kiedy chromozomy w kom. mac. p. są już ułożone w płytę metafazową I-go podziału wśród tapetum można wyróżnić komórki dwu, trój i czterojądrowe. Występuje tu też zjawisko karjogamji. Plazma tych komórek ulega wakuolizacji, protoplast ich kurczy się i wreszcie wyrodnieje. Komórki sąsiednie natomiast wydłużają się znacznie i bujają wgłąb komory, jak u *Gentiana* (W ó y c i c k i, 1932 a).

Bardzo często z pośród czterech komór pylnikowych tylko w jednej z nich komórki dzielą się mniej więcej normalnie; w innych natomiast występują w głębi plazmy jądra amebowato-fragmentujące, albo też protoplasty kurczą się i giną zupełnie. Na terenie komór występuje wówczas swoista substancja, mająca po utrwaleniu, jak już wyżej wspomniałam, postać włókienek, tworzących siateczkę.

Na niektórych preparatach widziałam wrzeciona trójbiegunowe, zbliżone bardzo do tych, które opisuje L a w s o n. Pozatem w obrębie wypryśniętych chromozomów tworzą się dodatkowe małe wrzeciona (ryc. 155).



Ryc. 155.
Gladiolus prim. var. l'Innoc. Wrzeciono trójbiegunowe z dodatkowem wrzecionem w obrębie wypryśniętych chromozomów. × ± 1530.

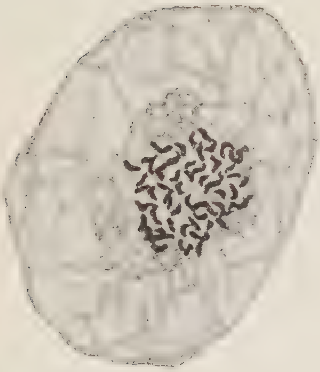
Te dodatkowe wrzeciona mogą być ustawione w płaszczyźnie wrzeciona centralnego albo też pod pewnym do niego kątem.

Zjawisko opóźniania się chromozomów występuje tu zarówno w obrębie zasadniczego, jak i małych, dodatkowych wrzecion. Skoro chromozomy rozejdą się, ziarnista strefa cytoplazmy otacza każdą z grup pochodnych. Strefy te często stykają się ze sobą albo bezpośrednio albo za pomocą wypustek plazmatycznych (jak u *G. gand.* var. Red emper. ryc. 141), a istniejące między niemi wakuole tworzą wyraźną granicę, biegnącą przez środek protoplastu.

Chromozomy u *G. prim.* var. l'Innoc. są jeszcze mniejsze, niż u *G. gand.* W płytach merystemy korzeni jest ich również 64 (ryc. 156).

Wśród „tetrad" istnieje ogromna rozmaitość. Obok nor-

malnych, zawierających cztery gony, występują jeszcze grupy z trzema, pięcioma, sześcioma (ryc. 157), siedmioma, a nawet ośmioma komórkami o charakterze karłowatym.



Ryc. 156.
Gladiolus prim. var. l'Innoc. Płyta metafazowa merystemy korzenia ($2n = 64$). $\times \pm 1800$.



Ryc. 157.
Gladiolus prim. l'Innoc. Tetrady z nadliczbowemi gonami. $\times \pm 1530$.

Jeżeli ziarn pyłkowych w tetradzie jest więcej, niż cztery, a więc np. osiem, to wtedy są one ułożone w różnych płaszczyznach, co zgadza się z faktem wyżej opisanym, że wrzeciona główne i dodatkowe są ustawione pod pewnym do siebie kątem.

Błony w tetradach są pozahaczane (jak u Red Emper.) wskutek tego zarówno makro- jak i mikrogony w chwili rozpadania się mają kształty nieregularne (ryc. 158, lewa). Później wzrost reguluje kształty, gdyż zarówno mikroziarna jak i normalnej wielkości gony mają zarysy kuliste lub owalne (ryc. 158, strona prawa).

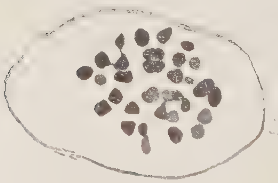
W plazmie takich normalnej wielkości ziarn pyłkowych występują liczne drobne ziarenka, silnie wybarwiające się i należące prawdopodobnie do kategorji jąderek pozajądrowych.



Ryc. 158.
Gladiolus prim. var. l'Innoc. Szereg makro- i mikrogonów w różnych okresach swego kształtowania się. × ± 1530.

6. *Gladiolus primulinus* var. Xanthia.

Zaraz po synizezie w kom. mac. p. tapety są dwu, trój i czterojądrowe, a więc typu podobnego do wyżej już opisanych. Podczas wyróżnicowywania się chromozomów na terenie jąder mac. kom. p. około 96% tych komórek degeneruje. Zwyrodnienie to zaznacza się wakuolizacją plazmy i zanikiem błony jądrowej. W gonotokontach dzielących się plazma jest również zróżnicowana na trzy strefy. Chromozomy, których liczba = 34 przeważnie są ułożone trójkami (ryc. 159), połączonemi czasem delikatnemi mostkami. Czwarty zwykle leży gdzieś w pobliżu. W merystemie korzenia liczba chromozomów wynosi 64 (**ryc.** 160).



Ryc. 159.
Gladiolus prim. var. Xanthia. Metafaza I podziału. × ± 2800.



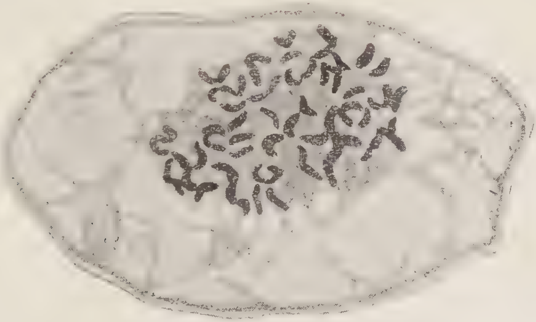
Ryc. 160.
Gladiolus prim. var. Xanthia. Płyta metafazowa merystemy korzenia. × ± 1800.

Tetrady tworzą się r ó w n o c z e ś n i e. Wśród „tetrad" spotykałam najczęściej takie, które zawierały bądź tylko trzy ziarna duże, bądź też

jeszcze jedno małe. Ziarna pyłkowe (należycie wyrośnięte) u odmiany tej widziałam tylko jednojądrowe.

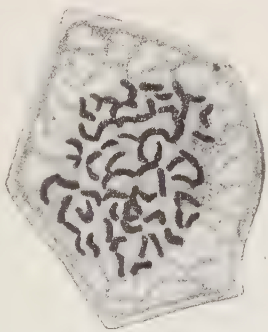
7. *Gladiolus primulinus* var. Daphne i var. Souvenir.

U tych dwóch odmian ograniczyłam się tylko do obliczenia chromozomów w komórkach ze stożków wzrostu korzeni. Spraw, związanych z rozwojem pyłku, nie poruszam, gdyż przekonałam się, że przedstawiają się one tak samo, jak i u wyżej rozpatrzonych odmian.



Ryc. 161.
Płyta metafazowa z merystemy korzenia. *Gladiolus prim.* var. Souvenir. ×± 2800.

U *G. prim.* var. Souvenir chromozomy są pałeczkowate, czasem trochę zagięte. Niektóre z nich mają lekkie przewężenia. Jest ich 64 (ryc. 161). U *G. primulinus* var. Daphne występuje ta sama liczba oraz podobne formy (ryc. 162).



Ryc. 162.
Gladiolus prim. var. Daphne. Płyta metafazowa z merystemy korzenia. ×± 2800.

Kończąc dodam, że garniturem chromozomów u rodzaju *Gladiolus* zajmował się jedynie R. de Vilmorin (1927), który określił liczbę chromozomów jako $n = 30$; zaznaczył przytem, że niektóre z nich połączone są mostkami.

W trakcie moich badań obliczałam liczbę chromozomów z płytek metafazowych I i II podziału kom. mac. p. i stożków wzrostu korzeni. U wszystkich badanych

odmian liczba haploidalna chromozomów wynosi 32; część chromozomów jest ułożona grupami, złożonemi z czterech lub trzech chromozomów względnie biwalentów. W płytkach metafazowych I podziału, w których ułożenie takie jest bardzo charakterystyczne, trzy biwalenty tworzą trójkąt i te są czasem połączone mostkami, czwarty zaś znajduje się obok lub ponad trójkątem. Występowanie takich grup, notowanych między innemi przez Meurmana i Ranckena (1932) dla *Solanum*, nasuwa przypuszczenie, że mamy u *Gladiolusów* do czynienia z tetraploidami o zasadniczej liczbie chromozomów = 8.

W celu pomiarów rzeczywistej długości chromozomów postępowałam podobnie, jak Gołaszewska (1934) przy analizie garnituru *Aspidistra elatior*.

Wielkość chromozomów waha się u *G. gand.* var. Rose Précoce w granicach 0,95 μ — 2,36 μ, u *G. prim.* var. Souvenir zaś 0,9 μ — 2,7 μ.

Analizując w powyższy sposób garnitury chromozomów przekonałam się, że chromozomy, które na pierwsze wejrzenie wydawały się pałeczkowate, wykazują przewężenia, których może być jedno, dwa a nawet trzy.

U *G. gand.* var. Rose Précoce jedna para posiada typowe satelity, nie zaznaczone jednak na mojej rycinie 146.

Streszczenie wyników.

1. Jądra komórek wyścielających, przed metafazą podziału redukcyjnego kom. mac. p., dzielą się dwukrotnie, wskutek tego powstają dwu, trój i czterojądrowe elementy tapetum. Występuje tu często zjawisko rekonstrukcji wstecznej i powstają jądra poliploidalne, różniące się od innych wielkością.

Jądra takie dzielić się mogą dalej normalnie. Mogą również powstawać trójjądrowe komórki tapetum, a to przez zanik jednego z jąder. W trakcie rozwoju komory pylnikowej elementy warstwy wyścielającej silnie wydłużają się i wkraczają na teren archesporu. Czasem tworzą one półwyspy dwu a nawet trójwarstwowe. Najbujniej ze wszystkich odmian badanych rozwijają się komórki wyścielające u *Gl. gand.* var. Brenchleyensis.

2. Kom. mac. p. w bardzo wczesnych stadjach rozwojowych wyglądają zupełnie normalnie. Około 94% kom. mac.

pyłku jednak degeneruje jeszcze przed metafazą podziału redukcyjnego. Występuje tu degeneracja wakuolarna plazmy, niewytwarzanie opon kallozowych, pyknoza ew. zupełne wyjałowienie jąder, oraz zanik błon jądrowych i wymieszanie karjoplazmy z cytoplazmą.

3. W tych wypadkach, w których mac. kom. p. przystępują do podziału, plazma ulega zróżnicowaniu na trzy strefy: zewnętrzną zwakualizowaną, środkową — zawierającą liczne ziarna („perykarjoplazma" L a w s o n a, płaszcz mitochondrjalny D e v i s é) i część wewnętrzną, w której spoczywają chromozomy (sok jądrowy v. paragenoplast B l e i e r a).

4. W trakcie kinezy heterotypowej występują zaburzenia, polegające przedewszystkiem na tem, że chromozomy nie jednocześnie rozchodzą się do biegunów. Część chromozomów może być wyrzucona podczas podziału i te dzielą się, tworząc własne wrzeciona. U *G. prim.* var. l'Innocence spotyka się—zgodnie z L a w s o n e m — wrzeciona trójbiegunowe.

5. Błona komórkowa po pierwszym podziale nie tworzy się. Tetrady wyłaniają się więc równocześnie według „simultaner Typus". Pewne obrazy zdają się wskazywać na istnienie—przynajmniej szczątkowej—przegrody pierwotnej.

U *Gl. prim.* var. Xanthia w płaszczyźnie podziałowej powstaje szereg drobnych wakuolek, świadczących o tem, że cytokineza przy powstawaniu tych tetrad jest procesem odmieszania się dwu faz: bardziej stałej — i bardziej płynnej (B e c k e r).

6. Tetrad z czterema ziarnami pyłkowemi jest niewiele, najczęściej występują grupy z trzema, pięcioma, sześcioma, a nawet ośmioma gonami. Oprócz dużych ziarn występują mikroziarna, które w pewnych wypadkach dają karłowate ziarna pyłkowe. Ułożenie ziarn w tetradzie jest różne.

7. Dla wszystkich odmian obu gatunków można ustalić liczbę chromozomów jako $2n = 64$. Chromozomy somatyczne wykazują przewężenia; u *Gl. gand.* var. Rose Précoce dwa chromozomy mają satelity. Długość chromozomów u *Gl. gand.* var. Rose Précoce waha się od 0,95—2,36 μ, u *Gl. prim.* var. Souvenir zaś od 0,9—2,7 μ. Biwalenty i chromozomy w płytkach metafazowych (I i II podziału kom. mac. p.) tworzą grupy po cztery. Niekiedy poszczególne biwalenty połączone są mostkami.

Literatura.

Becker, W. A. 1932. Acta Soc. Bot. Poloniae. V. IX, N. 3—4.

— 1934. „ „ „ „ V. XI, N. 2.

Dévisé, R. 1922. La Cellule. t. 32.

Gołaszewska, Z. 1934. Acta Soc. Bot. Paloniae. Vol. XI, N. 1.

Gorczyński T. 1934. „Zytologische Analyse einiger Pollenentwicklungsvorgänge bei der Apfelsorte „Schöner von Boskoop". Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. XI, N. 1.

Guignard, L. 1915b. „Sur la formation du pollen". C. Rend. Acad. Sc. Paris. t. 160.

— „Nouvelle observation sur la formation du pollen chez certaines Monocotylédones". C. Rend. Acad. Sc. Paris. t. 161

Lawson, R. H. 1900. „Origin of the Cones of the Multipolar Spindle in Gladiolus". The Botanical Gazette. Vol. 30.

Lewitzky, G. A. 1930. Bull. Ap. Bot. Gen. Pl.-Breed. Vol. 27, N. 1.

Poddubnaja-Arnoldi, V. A. 1933. Planta. Bd. 19.

Sharp-Jaretzky. 1931. „Einführung in die Zytologie". Berlin.

Schnarf, K. 1931. „Vergleichende Embryologie der Angiospermen". Berlin.

Schürhoff, P. N. 1926. „Die Zytologie der Blütenpflanzen". Stuttgart.

Tammes, P. M. L. 1930. „On the Origin of Number and Arrangement of the Places of Exit on the Surface of Pollen-Grains". Rec. d. trav. bot. néerl. Vol. 27.

Vilmorin, J. L. et Simonet, M. 1927. „Contribution à l'étude des chromosomes chez le genre Gladiolus". C. Rend. des Séances de la Soc. de Biologie. Vol. 96.

— 1932. „Contribution à l'étude des chromosomes chez le genre Montbretia". Bull. Soc. Bot. de France.

Wóycicki, Z. 1932a. „Nieco szczegółów z zakresu rozwoju pylników i pyłku u niektórych przedstawicieli rodzaju Gentiana". Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. IX, N. 1—2.

1932b. „Über die simultane Tetradenteilung". Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. IX, N. 3—4.

Yamaha, G. .1926. „Über die Zytokinese bei der Pollentetradenbildung, zugleich weitere Beiträge zur Kenntnis über die Zytokinese im Pflanzenreiche". Jap. Journ. of Bot. Vol. III.

Meurman, O. u. Rancken, G. 1932. „Untersuchungen über die Chromosomenverhältnisse bei kultivierten Kartoffelsorten (Solanum tuberosum L.)". Soc. Scient. Fennica. Comment. Biolog. III. 20.

Résumé.

1. Les noyaux des cellules nourricières se divisent, avant la division réductrice des cellules mères dévinitives du pollen, ce qui conduit à la formation des cellules nourricières à deux, trois et quatre noyaux. Il y a ici souvent le phénomène de reconstruction rétrograde et l'apparition de noyaux poliploïdes, qui diffèrent des autres par leur volume.

Ces noyaux peuvent se diviser normalement. Peuvent également se former des cellules nourricières à trois noyaux par suite de la disparition d'un des noyaux. Au cours de la formation du sac pollinique les éléments de l'assise nourricière s'allongent fortement et pénètrent dans le territoire de l'archésporium. Parfois ils forment des ilòts à deux et même à trois couches. Parmi toutes les variétés étudiées ce sont les cellules nourricières de *Gl. gand.* var. Brenchleyensis qui se développent le mieux.

2. Les cellules-mères du pollen, aux stades les plus précoces du développement, paraissent tout à fait normales. Environs 94% de cellules-mères du pollen dégénèrent néanmoins encore avant la métaphase de la méiose. On constate ici la dégénérescence vacuolaire du protoplasme, le manque de la formation de couches callosiques, la pycnose ou la stérilisation des noyaux ainsi que la disparition de membranes nucléaires et la fusion du caryoplasme avec le cytoplasme.

3. Quand la cellule-mère du pollen s'apprète à se diviser, le protoplasme subit une différenciation en trois couches: une externe, vacuolisée, une moyenne, contenant de nombreuses granulations („pericaryoplasme" de Lawson, manteau mitochondrial de Dévisé) et une interne, dans laquelle se trouvent les chromosomes (suc nucléaire ou paragénoplaste de Bleier).

4. Pendant la cinèse hétérotypique on peut constater des perturbations qui s'expriment par le fait que les chromosomes ne se dirigent pas tous en mêmes temps vers les pôles. Une partie de chromosomes peut être rejetée pendant la cinèse et ceux-ci peuvent se diviser en formant leurs propres fuseaux achromatiques. Chez *Gl. prim.* var. l'Innocence on rencontre, d'accord avec Lawson, des fuseaux tripolaires.

5. La membrane cellulaire ne se forme pas après la première division. Les tétrades apparaissent simultanément

d'après „simultane Typus". Certaines images paraissent indiquer l'existence, tout au moins partielle, de la paroi primordiale.

Chez *Gl. prim.* var. Xanthia dans le plan de la division il se forme un ensemble de petites vacuoles qui prouvent que la cytocinèse, au moment de la formation de tétrades, est un procès de séparation („Entmischung") de deux phases: d'une plus solide et d'une autre plus liquide (W ó y c i c k i, B e c k e r).

6. Les tétrades à quatre grains de pollen sont peu nombreuses; le plus souvent il se forme des groupes de trois, cinq, six et même de huit gones. Sauf les grands grains il y a également des micrograins qui dans certains cas fournissent des grains de pollen rabougris. La disposition des grains dans une tétrade peut se faire de différentes façons.

On peut fixer le nombre de chromosomes pour toutes les variétés de deux espèces qui est $2n = 64$. Les chromosomes somatiques possèdent des rétrécissements, chez *Gl. gand.* var. Rose précoce deux chromosomes possèdent des satéllites. La longuer des chromosomes chez *Gl. gand.* var. Rose précoce oscille entre 0,95 et 2,36 μ, chez *Gl. primul.* var. Souvenir entre 0,9 et 2,7 μ. Les bivalents et chromosomes dans les grains métaphasiques (I et II division de la cellule—mère du pollen) constituent des groupes par quatre. Parfois les bivalents sont unis par des trabécules.

Institut de Botanique Générale de l'Univ. de Varsovie.

REGINA PIOTROWSKA
Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

PRZYCZYNEK DO HISTORJI ROZWOJU PYLNIKÓW I PYŁKU U NIEKTÓRYCH PRZEDSTAWICIELI RODZAJU *PENTSTEMON* DOUGL.

(Ein Beitrag zur Kenntnis der Pollenentwicklung bei einigen *Pentstemon*-Arten).

Wstęp.

Kwiaty *Pentstemon* posiadają pięć pylników, z których tylko cztery wykształcają ziarna pyłku. Badając rozwój piątego, przemienionego w staminodjum pręcika, przeprowadziłam także badania nad rozwojem pyłku i zachowaniem się warstwy wyściełającej u kilku gatunków *Pentstemon*.

Materjał do badań zbierałam w ogrodzie Botanicznym U. W. Całe pączki kwiatowe po obcięciu działek kielicha utrwalałam na miejscu w płynie Nawaschin'a. Z pączków starszych z dojrzałym pyłkiem utrwalałam same główki pręcikowe. Skrawki, grubości od 7 — 10 μ, barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina, a błony podbarwiałam roztworem zieleni jasnej w olejku goździkowym. Przy barwieniu gotowych ziaren pyłku posługiwałam się alkoholowym roztworem safraniny z aniliną.

Rozwój pyłku.

W rozwoju ziaren pyłku *Pentstemon ovatus* profaza I podziału ma przebieg normalny. Konjugacja zachodzi na drodze parasyndezy. Podczas pachynemy, pozostające dotychczas w związku tkankowym gonotokonty, zaczynają się uniezależniać, protoplasty ich zaokrąglają się, odstają od błony, i pomiędzy niemi a błoną komórki macierzystej zaczyna się stopniowo odkładać substancja kallozowa, będąca według Gates'a (1925) i Wóycickiego (1932) wydzieliną protoplastu. Kulisty protoplast jest nią całkowicie otoczony już w okresie diakinezy. Na terenie jądra widać wówczas sześć biwalentnych jednostek i siódmą tetrawalentną grupę sprzężoną, powstałą podobnie jak u *Pentstemon isophyllus* (n = 8) i u *Pentstemon campanulatus* (n = 8) przez połączenie dwu par chromozomów (Winge, 1925, ryc. 36ab, 38a). Haploidalna liczba chromozomów *Pentstemon ovatus* (n = 8 zgadza się z podaną przez Winge'go (1925).

Po zniknięciu błony jądrowej i jąderka, biwalenty o zupełnie gładkich konturach ustawiają się w płaszczyźnie równikowej komórki. Płyta metafazowa ma kształt elipsy, na obwodzie której leży sześć biwalentnych chromozomów. Dwa pozostałe biwalenty zajmują środek. Podobne ułożenie chromozomów w metafazie podaje Winge (1925 ryc. 33) dla *Pentstemon diffusus*. Z chwilą przejścia jąder w okres anafazy uniwalenty oddzielają się od siebie i równocześnie wędrują do biegunów. W płytach anafazowych siedem chromozomów leży na obwodzie, jeden zaś w środku. Przy końcu podziału redukcyjnego kulisty dotąd gonotokont wydłuża się w kierunku osi wrzeciona. W rekonstruujących się jądrach diadowych zjawia się małe jąderko, a karjotyna wykazuje w stosunku do jąder spoczynkowych znacznie większą zdolność barwienia się. W obrębie cytoplazmy widoczne są obecnie dwie wyraźne strefy: peryferyczna jaśniejsza, silnie zwakuolizowana i centralna, łącząca oba powstałe jądra o treści drobnoziarnistej i słabo zwakuolizowanej. W części podbłonnej zjawiają się ciałka silnie barwiące się hematoksyliną. Podział homotypowy przebiega szybko, zwłaszcza metafaza, gdyż znalezienie jej jest trudne. Niewyraźne wrzeciona ułożone są względem siebie ukośnie. Prostopadłe ułożenie wrzecion spotykane jest rzadziej. Zgodnie z obserwacją Wóycickiego (1932),

że „protoplast zmienia swe kształty zależnie od kierunku płaszczyzn wrzecion", a mianowicie, „jeśli te płaszczyzny krzyżują się ze sobą to protoplast zaokrągla się", i protoplast *Pentstemon ovatus* zmienia beczułkowatą formę diad na kulistą. W czterech tetradycznie położonych punktach komórki macierzystej rekonstruują się jądra przyszłych gonów. Pierwszym objawem rozpoczynającej się diakinezy jest dośrodkowe wpuklanie oponki zewnętrznej (Hautschicht); jednocześnie w środku czterojądrowego protoplastu powstaje drogą odmieszania jasna przestrzeń; od niej ku peryferji zarysowują się wyraźne tory, wzdłuż których nastąpi wyodrębnienie przyszłych gonów. Na terenie jasnej strefy zjawiają się mostki plazmatyczne, oddzielające drobne wakuolki, powstałe wskutek odmieszania cytoplazmy. Mostki plazmatyczne zostają wciągnięte stopniowo do gonów, a w miarę oddzielania się tych ostatnich przestrzeń między niemi zapełnia się równomiernie substancją kallozową.

U *Pentstemon ovatus*, podobnie jak u *Gentiana* (Wóycicki 1932) „special wall" Castetter'a nie stwierdziłam.

Wniosek Wóycickiego (1932), że do „Einschnürungstyp" Yamahy (1926) należy zaliczyć wogóle zjawiska podziału m. k. u okrytonasiennych, przenosząc je z typu „c" Yamahy do jego typu „a", znajduje także potwierdzenie w przebiegu cytokinezy u *Pentstemon ovatus*. Kolejne stadja tego procesu zupełnie przypominają przebieg jego u przedstawicieli rodzaju *Gentiana*.

Nagie komórki tetradowe, więzione przez pewien czas we wspólnej oponie kallozowej, po rozerwaniu się jej uwalniają się, zachowując na razie położenie tetraedryczne. Na powierzchni gonów widoczna jest cienka oponka z cellulozy.

Jądro pierwotne komórki pyłkowej, w okresie wielkiej wakuoli, zostaje zepchnięte ku błonie. W tem też położeniu uskutecznia się podział jego na generatywne i wegetatywne. Chromozomy we wszystkich fazach podziałowych tego okresu są tak zbite, że wyróżnienie poszczególnych jednostek jest niemożliwe. Różnica między powstałemi tą drogą jądrami, które zachowują nadal położenie podbłonne, ogranicza się pierwotnie tylko do wielkości, struktura natomiast obu jest podobna.

Komórka generatywna ma kształt wrzecionowaty, podobnie jak u *Scrophularia nodosa* i *S. alata* (Rudenko, 1929).

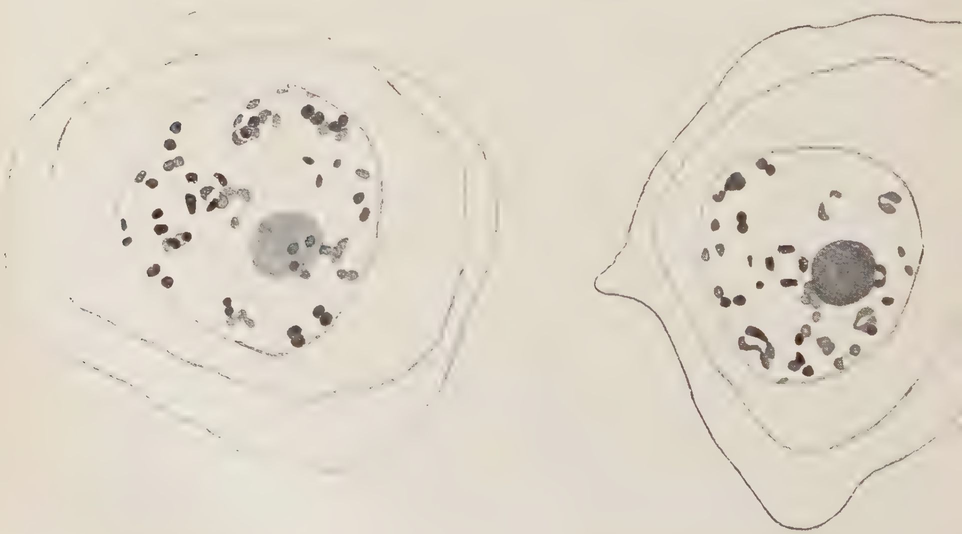
Po definitywnem wykształceniu kom. generatywnej jądro ma strukturę, wielkość i kształt zupełnie odmienne od jądra wegetatywnego.

Dalszy rozwój męskiego gametofitu odbywa się prawdopodobnie tak jak u wszystkich *Scrophulariaceae*, a więc w kiełkującej łagiewce po opuszczeniu komór pyłkowych; wysypujące się bowiem z pylników ziarna pyłku są dwukomórkowe.

*

* *

U zbadanych dotychczas gatunków rodzaju *Pentstemon* haploidalna liczba chromozomów wynosi $n = 8$ (Winge, 1925; Heitz, 1927; Vilmorin i Simonet, 1929) z wyjątkiem *P. laevigatus* var. *digitalis*, dla którego Winge (1925) ustala $n = 48$. Ten ostatni gatunek byłby heksaploidem. Winge podaje, że u rodzaju *Pentstemon* nie stwierdzono pośredniego stopnia poliploidalności. Według moich obliczeń dla *Pentstemon Cobaea Nutt.*, gatunku dotychczas niezbadanego, haploidalna liczba wahała się około 32, t. zn. około liczby, którą ostatnio podaje J. Clausen dla *P. neotericus* z Plumas (1933).



Ryc. 163.

Jądra *Pentstemon Cobaea* w diakinezie; widać wyraźnie sprzężone grupy chromozomów. $\times \pm 2000$.

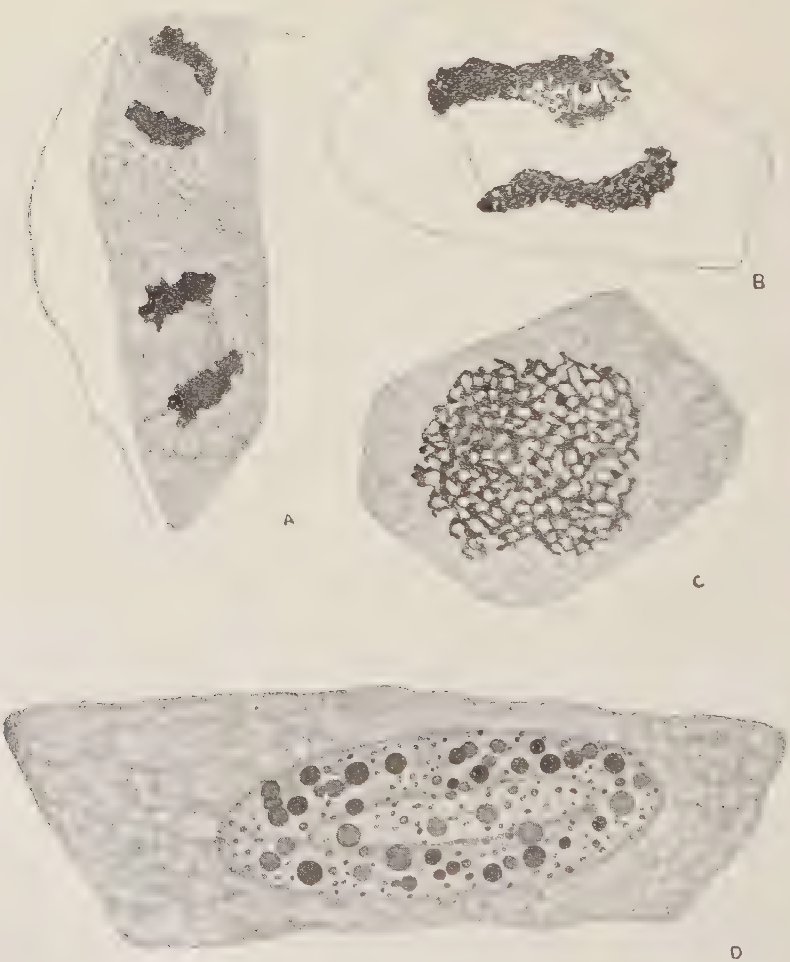
Podobnie jak u *Pentstemon ovatus* w diakinezie u *P. Cobaea* występują sprzężone grupy (ryc. 163) chromozomów, powstałe przez połączenie dwóch geminów. Uniwalenty połączone są delikatnemi mostkami. Chromozomy diakinetyczne u obu gatunków różnią się kształtem; u *Pentstemon Cobaea* mają one formę kulistą, są natomiast krótkiemi pałeczkami u *Pentstemon ovatus.*

Rozwój warstwy wyściełającej u *Pentstemon Cobaea* Nutt.

Warstwa wyściełająca, zgodnie z panującym obecnie poglądem, powstaje przez podział warstwy podepidermalnej młodego pylnika, t. zw. przez francuzów „assise pariétale primordiale". Komórki jej, dzieląc się stycznie do powierzchni, dają do wewnątrz przylegające do archesporu tapetum, na zewnątrz zaś warstwę podepidermalną wtórną t. zw. „assise pariétale secondaire". Ta ostatnia, dzieląc się ponownie stycznie do powierzchni pylnika, daje dwie warstwy: wewnętrzną przylegającą do tapetum—tranzytoryczną—i zewnętrzną, która da w przyszłości endotecjum.

Elementy warstwy wyściełającej w okresie pramacierzystych komórek pyłku u *Pentstemon Cobaea* są płaskie, zawierają słabo zwakuolizowany protoplast. Duże, owalne jądro o niewyraźnej błonie i kilku jąderkach zajmuje większą część komórki. Podczas wzrostu pylnika zwiększa się liczba elementów tapetum przez podział ich ściankami promienistemi; jednocześnie na skutek rozrastania się poszczególnych elementów zostaje zgnieciona silnie warstwa tranzytoryczna. Tapetum wewnętrzne („tapis interne" Francuzów) stanowi w tym okresie grupę komórek, wkraczających na teren pylnika. Całkowitą indywidualność morfologiczną osiąga warstwa wyściełająca w okresie gonotokontów. Na przekroju poprzecznym tapetum ma kształt pierścienia mniej lub więcej spłaszczonego, którego komórki odrazu rzucają się w oczy plazmą najsilniej chłonącą barwik i rozporządzają w stosunku do okresu poprzedniego dużą ilością wakuol, równomiernie rozrzuconych na terenie całej komórki. Równoczesność pierwszego podziału jąder warstwy wyściełającej i skurczu synaptycznego, obserwowane na wielu objektach przez B o n n e t'a (1912), M a s c r é (1921, 1928) i T h o m a s'a (1930, 1931), cechuje również *Pentstemon Cobaea.*

Powstałe jądra, leżące zazwyczaj blisko siebie, mogą być kuliste lub wydłużone i zaopatrzone są w liczne jąderka. W niektórych komórkach oba jądra mogą dzielić się ponownie (ryc. 164A), dając początek komórkom czterojądrowym. Drugi podział jąder wykazuje zawsze prawidłowy synchronizm podziałowy. Zlewanie się jąder w komórkach warstwy wyściełającej występuje już przy podziale pierwotnego jądra ko-



Ryc. 164.

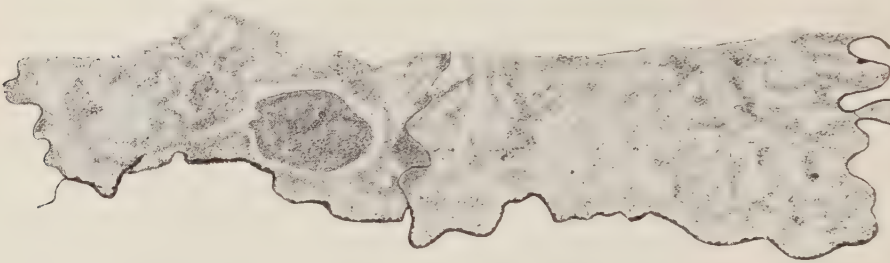
Pentstemon Cobaea. Podziały jąder w komórkach tapetum (A); kinezy jąder poliploidalnych (B); jednogrupowa rekonstrukcja (C) i jądra olbrzymie (D). $\times \pm 1800$.

mórki wyściełającej i prowadzi do powstania jąder poliploidalnych. Nigdy nie zachodzi ono u badanego gatunku podczas spoczynku, ale wyłącznie w okresie podziału, najczęściej drogą jednogrupowej rekonstrukcji płytek metafazowych. Podobne jednogrupowe rekonstrukcje jąder podczas podziałów spotykała Poddubnaja (1931) u *Carduus,* a Gołaszewska (1934) u *Aspidistra.* Jądra poliploidalne mogą dalej dzielić się, na co wskazują znajdywane przezemnie obrazy (ryc. 164^{B,C}). Zachodzą tu dwa wypadki: albo chromozomy, które uległy podziałowi w metafazie rozchodzą się do biegunów (ryc. 164^{B}) i dają dwa jądra, albo też może zachodzić rekonstrukcja płytek metafazowych w myśl spostrzeżeń Poddubnoj (1931) (ryc. 164^{C}). W tym ostatnim wypadku powstają olbrzymie jądra poliploidalne o bardzo różnych kształtach (ryc. 164^{D}). Dwa podziały jąder, prowadzące do powstania czterojądrowych komórek, zlewanie się jąder, a następnie kinezy jąder poliploidalnych, przypadają na oba podziały mejotyczne. Po rozpadnięciu się tetrad pyłkowych na jednojądrowe gony, komórki wyściełające ulegają degeneracji, obejmującej jądra, cytoplazmę i błony. W miarę degeneracji olbrzymie jądra poprzedniego okresu (ryc. 164^{D}) tracą stopniowo obficie nagromadzoną substancję karjotynową, pomniejszając jednocześnie swą objętość. Ten rodzaj zwyrodnienia określają Mascré (1921) i Thomas (1931), a przed nimi Bonnet (1912) jako „lessivage chromatique". Wraz z zubożeniem jąder w treść silnie się barwiącą, przybierają one kształt amebowaty, a w końcu jądro ma postać małego, bezstrukturalnego pęcherzyka. Degeneracja plazmy ma charakter „ziarnisto-alweolarny" według określenia Mascré (1921).

Końcowe stadjum degeneracji widoczne jest na ryc. 165. Objętość komórki znacznie zmniejszyła się, a mianowicie uległ zmianie jeden jej wymiar — szerokość—przy niezmienionej długości. Przypuszczalnie dzieje się to naskutek wydzielenia do komory pyłkowej substancyj, dotychczas gromadzonych w komórce. Plazma ma charakter kłaczkowaty i gruboziarnisty. Błony zwrócone do wnętrza pylnika oraz ściany promieniste są silnie pofałdowane.

Zgodnie z przypuszczeniem Ubisch'a, jak to podaje Gorczyński (1929), zgrubienie błony ma charakter pierwotnie jednolity, i dopiero w miarę posuwającej się degeneracji zatraca się równomierność tego zgrubienia. U *Pentstemon Co-*

baea nie wytwarzają się jednak płytki nabłonne, jak u *Oxalis acetosella* (Gorczyński 1929), lecz błona staje się grubo-



Ryc. 165.
Komórki tapetum *Pentstemon Cobaea* w końcowem stadjum degeneracji. W komórce lewej widać pozostałości jądra; błona wykazuje strukturę ziarnistą. $\times \pm 1800$.

ziarnistą lub perełkowatą, jak np. u *Solanum Dulcamara* i *S. tuberosum* (Mascré, 1921), lub u *Magnolia Yulan* i *Lilium tigrinum* (Kosmath).

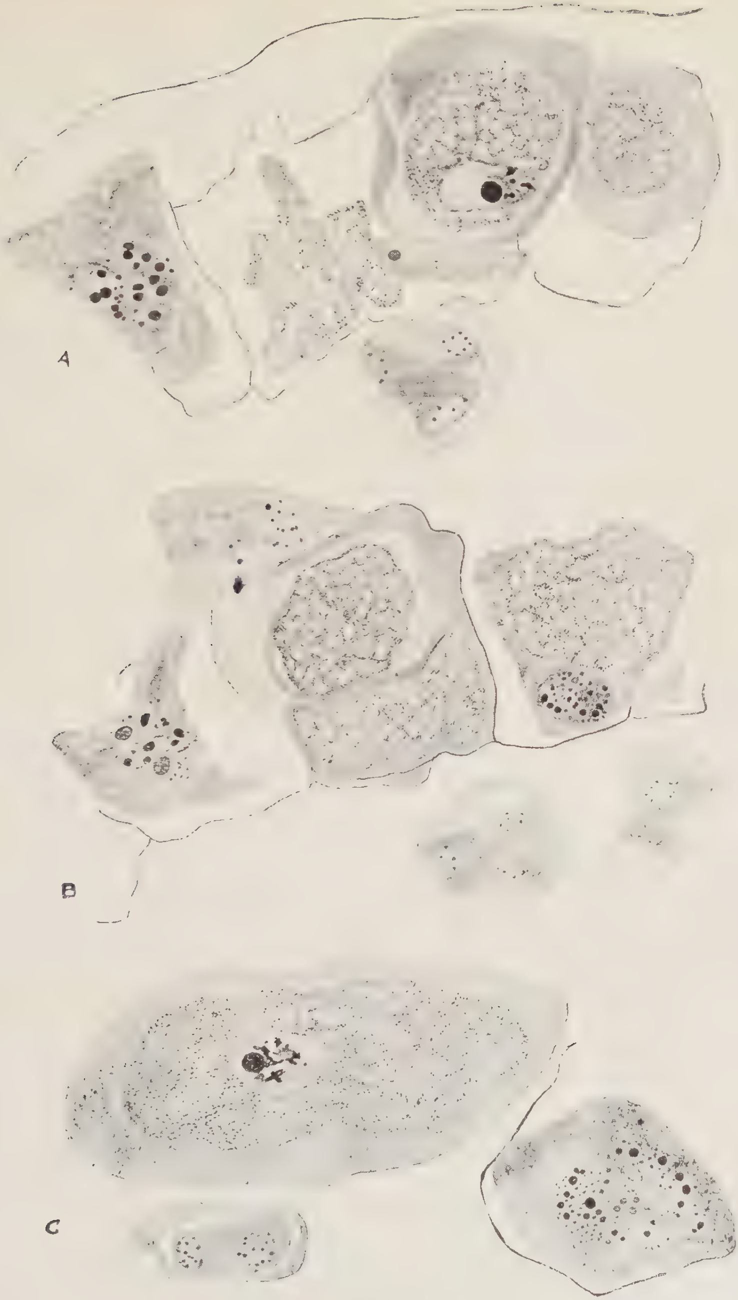
Pylnik, zawierający gotowe ziarna pyłkowe, nie zdradza nawet śladów komórek wyściełających.

Podczas badań nad rozwojem tapetum u *Pentstemon Cobaea* spotkałam się ze zjawiskiem, o ile się nie mylę, nie notowanem dotychczas w literaturze.

W obrębie pasma tkanki wyściełającej zewnętrznej rozwój pewnych elementów odbiegał od zwykłej dla nich normy.

Występowały tu komórki z grubą oponą kallozową o tym charakterze, jakie w tej chwili cechują „zespoły" tetradowe. Na terenie protoplastu, niekiedy wielkością przerastającego sąsiednie komórki tapetum (ryc. 166A) i tetrady, leży małe jądro, strukturą wyraźnie różniące się od jąder komórek warstwy wyściełającej. Przypomina ono raczej jakieś stadjum podziału redukcyjnego n.p. synizezę (ryc. 166A) lub strepsiten (ryc. 166C). W stosunku do masy plazmatycznej wielkość jądra jest znikomo mała, dlatego też w przekroju można często otrzymać pozornie bezjądrowe masy plazmatyczne (ryc. 166B). Cytoplazma w tych komórkach zdaje się podlegać „schaumige Degeneration" Küster'a (1929).

W jaki sposób obok normalnych komórek tapetum powstają wyżej opisane elementy, powierzchownością swą przy-



Ryc. 166.

Swoiste wykształcenie pewnych komórek warstwy tapetum *Pentstemon Cobaea*. Objaśnienie w tekście. × ± 1000. W reprodukcji zmniejszony do $^1/_2$.

pominające k. m. pyłku i jaki jest ich dalszy los, trudno ustalić wobec tego, że zjawisko rzeczone spotkałam jeden raz i tylko w okresie diad i powstawania tetrad. Fakt powyższy mógłby posłużyć za dowód w rękach tych badaczów, którzy przypisując tapetum pochodzenie archesporowe, dopatrują się w podziałach jąder komórek tapetum zatrzymanej cechy gonotokontu (Rosenberg). Jeszcze w 1912 r. Bonnet przychyla się na stronę poglądu, że warstwa wyścielająca to „archespores somatisées", a Py (1929, 1932 jednakowe zachowanie się egzyny ziaren pylkowych i zgrubień na błonie komórek wyścielających w stosunku do barwników, uważa za niezaprzeczony dowód homologji tapetum i archesporu.

Jednakże Mascré (1921) i Thomas (1930, 1931) istnienie pokrewieństwa między gonotokontami a warstwą wyścielającą całkowicie odrzucili po stwierdzeniu powstawania jej wewnętrznego odcinka („tapis interne") przez podział wegetatywnych komórek łącznika, sąsiadujących z archesporem. Szczególne zachowanie się tapetum podczas rozwoju pylnika Mascré i Thomas (1931) tłumaczą „non par leur origine, mais par des conditions physiologiques particulières dues a leur position speciale entre les eléments sexuels d'une part et d'autre part les cellules végétatives banales". Według Py (1932) zjawiska te wyjaśnia jedynie hypoteza Rosenberg'a.

Z podanych wyżej moich własnych obserwacyj wynika, że prawdopodobnie komórki warstwy wyścielającej zewnętrznej posiadają utajone cechy gonotokontu. Określenie tapetum jako warstwy komórek „potentiellement sporogènes", co tak zwalczają Mascré (1921 i Thomas (1930 i 1931), znajduje w nich, jak sądzę, pewne uzasadnienie.

Rozwój warstwy wyścielającej u *Pentstemon ovatus.*

Powstawanie warstwy wyścielającej i pozostałych warstw, tworzących ścianę pylnika u *Pentstemon ovatus*, przebiega podobnie, jak u wyżej już opisanego gatunku. Podział jąder warstwy wyścielającej przypada na okres synizezy w komórkach macierzystych pyłku. Podziały te jednak nie zachodzą jednocześnie we wszystkich komórkach tapetum; przez dłuższy czas obok komórek dwujądrowych spotyka się komórki z jądrami w anafazie i metafazie a nawet z jądrami spoczynkowemi. U *Pentstemon ovatus* komórki warstwy wyściela-

jącej pozostają dwujądrowe; wyjątkowo tylko spotykają się komórki trójjądrowe. Jednogrupowej rekonstrukcji płytek metafazowych, tak częstej w poprzednim gatunku, u *Pentstemon ovatus* nie spotkałam.

Warstwa wyściełająca w okresie tetrad pyłkowych osiąga szczyt swego rozwoju. Jądra wykazują wyraźną hyperchromatyzację; gęsta treść plazmatyczna usiana jest drobnemi wakuolami, cienka błona komórek wyściełających jest obecnie mocno napięta.

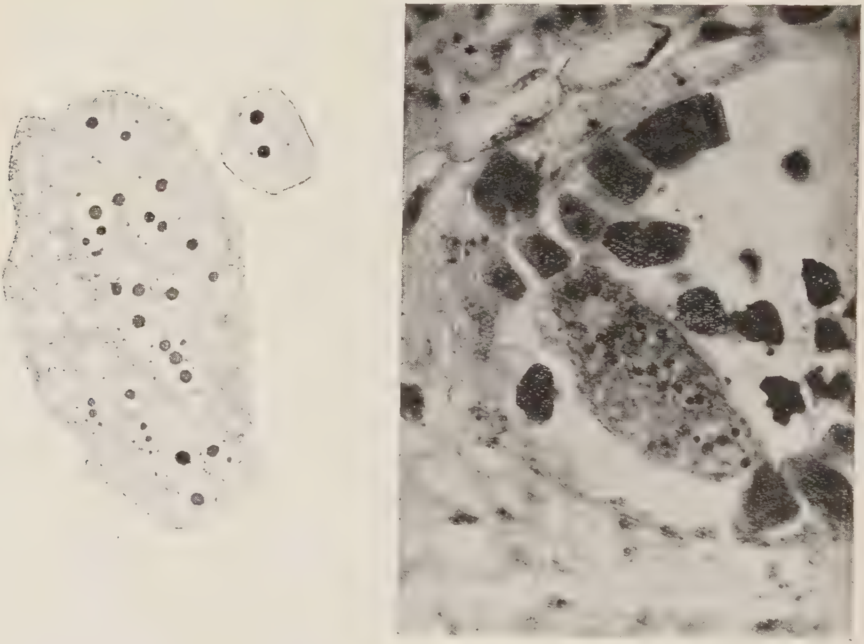
Po uwolnieniu się gonów z opony kallozowej rozpoczyna się degeneracja warstwy wyściełającej. Jądra tracą stopniowo karjotynę, a więc degeneracja ich odbywa się (jak u *Pentstemon Cobea*) na drodze „lessivage chromatique". Jednocześnie na terenie plazmy występują bardzo liczne utwory o różnych dziwacznych kształtach, silnie czerniące się hematoksyliną. Podczas degeneracji plazmy rzeczone struktury stopniowo znikają. Analogiczne utwory występujące w okresie degeneracji tapetum u *Yucca gloriosa* (Bonnet, 1912 ryc. 111). Bonnet określa je jako „filaments chromidiaux", Mascré i Thomas (1921, 1930) natomiast utożsamiają je ze źle utrwalonym chondrjomem. Gołaszewska (1934) jednak stwierdziła, że utwory te są strątami wewnątrz wakuolarnemi.

W stadjum pyłku dwujądrowego degeneracja elementów wyścielających posuwa się dalej, a główną jej cechą jest niezwykle silna wakuolizacja treści. Jądra oddalone od siebie mają postać bezstrukturalnych pęcherzyków ze słabemi śladami karjotyny. Zwyrodnienie zwakuolizowanej plazmy, podobnie jak u *Pentstemon Cobaea*, jest ziarnisto-alweolarne. Terytorjum komórki prawie całkowicie wypełniają wielkie wakuole, odsuwające treść plazmatyczną zasobną w skrobię, pod błonę komórkową. Charakter błony ulega zmianie, ale nie w kierunku wytworzenia ziarnistości, jak u *Pentstemon Cobaea*, gdyż tylko w pewnych miejscach powstają przerwy w zgrubiałej naogół błonie.

W pękniętym pylniku nie stwierdziłam ani śladu warstwy wyściełającej wbrew temu co piszą Mascré i Thomas (1930), według których jeszcze w tym momencie widoczna jest bezstrukturalna masa zdegenerowanych komórek tapetum.

Dodam wreszcie, że u *Pentstemon ovatus* w okresie średniej profazy spotykałam olbrzymie utwory o licznych jądrach (ryc. 167a, b). Powstały one jak gdyby na skutek zaniku błon

i połączenia zawartości kilku komórek wyścielających. W utworze tego rodzaju, jak podany na ryc. 167 a, b, przejawia się



a) b)

Ryc. 167.
Mikrofotografja i rycina, przedstawiające wielojądrową masę plazmatyczną w komórce pyłkowej *Pentstemon ovatus*. × + 900 i 1800.

w każdym razie pewna skłonność wydzielniczego tapetum *Pentstemon ovatus* do wytworzenia peryplazmodjum.

Streszczenie wyników.

1. Rozwój ziaren pyłku *Pentstemon ovatus* przebiega zupełnie normalnie.

2. Na terenie jądra u *P. Cobaea* i *P. ovatus* w okresie diakinezy występują grupy chromozomów, powstałe podobnie jak *P. isophyllus* n = 8 i *P. campanulatus* n = 8) (Winge, 1925, ryc. 36ab, 38a) przez połączenie dwu par chromozomów.

3. Zgodnie z obserwacjami Wóycickiego (1932) jednoczesny podział komórek macierzystych pyłku na tetrady

odbywa się nie według „Membranleistentyp“, ale według „Einschnürungstyp“ Yamahy.

4. Dojrzały pyłek jest dwukomórkowy. Komórka generatywna ma kształt wrzecionowaty.

5. Haploidalna liczba chromozomów u *P. ovatus* równa się 8, zgodnie z liczbą podaną przez Winge'go (1925). Dla *P. Cobaea* haploidalna liczba chromozomów wynosi około 32.

6. Pylniki *P. ovatus* i *P. Cobaea* wykształcają warstwę wyściełającą typu wydzielniczego.

7. Warstwa wyściełająca zewnętrzna („tapis externe“) w obu gatunkach powstaje przez podział warstwy podepidermalnej młodego pylnika. Tapetum wewnętrzne („tapis interne“) powstaje przez podział komórek wegetatywnych łącznika, sąsiadujących z archesporem.

8. Indywidualność morfologiczną osiąga warstwa wyściełająca w okresie gonotokontów.

9. Pierwszy podział jąder warstwy wyściełającej u obu gatunków przypada na okres skurczu synaptycznego w komórkach macierzystych pyłku. U *P. ovatus* komórki warstwy wyściełającej pozostają dwujądrowe; u *P. Cobaea* powstałe jądra dzielą się ponownie, dając początek komórkom czterojądrowym. U *P. Cobaea* często występowały komórki tapetum o jądrach poliploidalnych. Jądra poliploidalne u *P. Cobaea* powstawały wyłącznie podczas podziałów, najczęściej w metafazie, na drodze rekonstrukcji płytki w myśl spostrzeżeń Poddubnoj nad *Carduus* (1931) i Gołaszewskiej (1934) nad *Aspidistra*. Jądra poliploidalne w wielu wypadkach ulegały dalszemu podziałowi.

10. Po rozpadnięciu się tetrad na jednojądrowe gony, komórki warstwy wyściełającej ulegały degeneracji, obejmującej plazmę, błony i jądra. Degeneracja jąder w obu gatunkach odbywa się na drodze „lessivage chromatique“.

11. Początek degeneracji komórek tapetum zaznacza się w obu gatunkach zupełnie równomiernem zgrubieniem błony komórkowej, zwróconej do wnętrza pylnika. Jednolitość zgrubienia w miarę posuwającej się degeneracji ulega zmianie; u *P. Cobaea* błona staje się grubo-ziarnistą lub perełkowatą, u *P. ovatus* powstają tylko w pewnych miejscach przerwy w zgrubieniu.

12. W obrębie pasma warstwy wyściełającej zewnętrznej u *P. Cobaea*, w okresie powstawania tetrad, występują ko-

mórki otoczone oponą kallozową, która cechuje w tej chwili zespoły tetradowe (ryc. 166[A, B]). Jądra rzeczonych komórek, wyraźnie różnią się od jąder komórek wyściełających. Przypominają one jakieś stadjum podziału redukcyjnego synizezy lub strepsitenu (ryc. 166[C]). Cytoplazma komórek posiada charakter nigdzie pozatem nie spotykany. Fakty powyższe mogą w pewnej części uzasadniać określenie komórek tapetum jako „potentiellement sporogènes".

13. U *P. ovatus* spotykałam olbrzymie, nieobłonione i wielojądrowe protoplasty (ryc. 167), wskazujące na pewną skłonność wydzielniczego tapetum tego gatunku do tworzenia peryplazmodjum.

Pracę niniejszą wykonałam w Zakładzie Botaniki Ogólnej U. W. pod kierunkiem Pana Prof. Z. Wóycickiego, któremu składam serdeczne podziękowania za cenne wskazówki i pomoc.

P. dr. W. Beckerowi pragnę również wyrazić wdzięczność za rady i żywe zainteresowanie pracą.

Literatura.

Bonnet, J. 1912. Arch. für Zellf., t. 1.
Clausen, J. 1923. Hereditas.
Gates, R. R. 1925. Cellule, t. 35
Gołaszewska, Z. 1934. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. XI.
Gorczyński, T. 1929. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. VI, N. 3.
Heitz, E. 1927. Abhand. Nat. Ver., Hamburg, Bd. XXI.
Mascré, M. 1921. Thèse Doct., Paris.
— 1928. C. R. Ac. Sc., Paris, t. 186.
Mascré, E. et Thomas, R. 1930. Bull. Soc. Bot., France, t. 77.
Poddubnaja-Arnoldi, W. 1931. Beih. Bot. Centralb., Bd. XLVIII.
Py, G. 1929. C. R. Ac. Sc., t. 189.
— 1932. Rev. Gén. de Bot., t. 44.
Rudenko, T. E. 1929. Bull. jard. bot., Kieff, IX.
Thomas, R. 1931. Thèse Doct., Paris.
Vilmorin et Simonet. 1927. C. R. Soc. Biol., 96.
Winge, O. 1925. Cellule, t. 35.
Wóycicki, Z. 1932. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. IX N. 1—2.
— 1932. „ „ „ „ „ „ N. 3—4.
Yamaha, G. 1926. Jap. Journ. of Bot., Tokyo. Vol. III.

Zusammenfassung.

1. Die Entwicklung der Pollenkörner verläuft bei *Pentstemon ovatus* vollkommen normal.

2. In der Diakinese treten bei *P. Cobaea* und *P. ovatus* Chromosomengruppen auf, die ähnlich wie bei *P. isophyllus* und *P. campanulatus* n = 8; Winge, 1925. Abb. 36a, b, 38a) durch Vereinigung zweier Chromosomenpaare entstanden sind.

3. Die Tetradenteilung der Pollenmutterzellen erfolgt — in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Wóycicki 1932) — nicht nach dem „Membranleistentypus" sondern nach dem „Einschnürungstypus" von Yamaha.

4. Das reife Pollenkorn ist in der Anthere zweizellig; die generatiwe Zelle ist spindelförmig.

5. Die haploide Chromosomenzahl beträgt bei *P. ovatus* — in Übereinstimmung mit Winge (1925) n = 8; bei *P. Cobaea* beträgt dieselbe n = 32.

6 Die Antheren von *P. ovatus* und *P. Cobaea* besitzen ein Sekretionstapetum.

7. Die äussere Tapetumschicht („tapis externe") entsteht bei beiden Arten durch Teilungen der subepidermalen Zellschicht der jungen Anthere „assise pariétale secondaire" der franz. Terminologie). Die innere Tapetumschicht „tapis interne") entsteht durch Teilungen der vegetativen, in der Nachbarschaft des Archespors liegenden Zellen des Konnektivs. Ihre morphologische Individualität erreicht die Tapetumschicht in der Gonotokontenphase.

8. Die erste Kernteilung findet in der Tapetumschicht zu gleicher Zeit mit der Synapsis in den Pollenmutterzellen statt. Bei *P. ovatus* bleiben die Zellen des Tapetums zweikernig; bei *P. Cobaea* teilen sich die neuentstandenen Kerne nochmals und geben vierkernigen Zellen den Ursprung. Bei *P. Cobaea* treten oft im Tapetum Zellen mit polysomatischen Kernen auf (Abb. 164). Dieselben entstehen ausschliesslich durch eingruppige Rekonstruktion u. zw. meistens der Metaphaseplatten, ähnlich wie bei *Carduus* Poddubnaja-Arnoldi, 1931) oder *Aspidistra* (Gołaszewska, 1934). Die polysomatischen Kerne erfahren oft weitere Teilungen.

9. Nach dem Zerfall der Tetraden in einkernige Gonen degeneriert das Tapetum. Es degenerieren sowohl Plasma wie Kerne und Membranen. Die Degeneration der Kerne erfolgt

auf dem Wege von „lessivage chromatique“. Der Beginn der Zelldegeneration kennzeichnet sich bei beiden Arten durch gleichmässige Verdickung der der Anthere zugewandten Zellmembran. Im Laufe der fortschreitenden Degeneration ändern sich aber die Verhältnisse: bei *P. Cobaea* wird die ganze Membran grobkörnig und perlartig, bei *P. ovatus* ist die Verdickung der Zellmembran bloss an einigen Stellen unterbrochen.

10. Innerhalb der externen Tapetumschicht treten bei *P. Cobaea* während der Tetradenbildung Zellen auf, die von einer Kallosehülle, wie sie für Tetraden so charakteristisch ist, umgeben sind Die Kerne der erwähnten Zellen, im Verhältniss zur Plasmamasse äusserst klein, unterscheiden sich sehr deutlich von den Kernen der Tapetenzellen. Sie erinnern irgendwie an gewisse Stadien der Reduktionsteilung (Strepsiten, bzw. Synisesis) (Abb. 166). Das Zytoplasma dieser Zellen trägt einen sonst nirgends vorkommenden Charakter. Diese Tatsachen begründen gewissermassen die Bezeichnung des Tapetums als „potentiellement“ sporogene Schicht.

11. Bei *P. ovatus* kommen riesige membranlose vielkernige Protoplasten vor, die auf eine gewisse Tendenz dieses Sekretionstapetums zu Periplasmodiumbildung hinweisen würden.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.

SAWICKA STANISŁAWA
Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warsz.

O PROFAZIE PODZIAŁU REDUKCYJNEGO U *POLEMONIUM COERULEUM* L..

(Über die Prophase der Reduktionsteilung bei *Polemonium coeruleum* L)..

Wstęp.

W roku 1931 ukazała się praca Persidsky'ego, dotycząca tworzenia się biwalentów u *Polemonium coeruleum.* Podaje w niej autor nowy schemat powstawania biwalentów, godzący w teorję indywidualności chromozomów i dotąd opisany jedynie przez Czernojarowa u *Najas major* All.

W profazie redukcyjnego podziału w macierzystych komórkach pyłku u *Polemonium coeruleum* w stadjach presynaptycznych nie dostrzega Persidsky nigdzie podwójności ani nawet równoległego ułożenia chromatynowej nici. Widzi ją dopiero w stadjach postsynaptycznych, a mianowicie w pachytenie i diplotenie i interpretuje jako podłużne rozszczepienie grubej nici spiremowej.

Po tych stadjach—według obserwacyj autora—następuje układanie się nici w cienką, pojedyńczą siatkę. Na jej przęsłach poczyna gromadzić się substancja chromatynowa, która po pewnym czasie przybiera kształt korkociągu, rozszczepiającego się wzdłuż. Z niego dopiero powstają bichromozomy.

Wobec tak swoistego jakoby przebiegu procesów karjokinezy generatywnej praca Persidsky'ego wprost domagała się szczegółowego sprawdzenia.

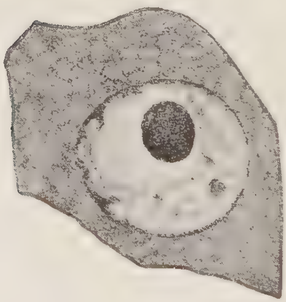
Materjał, zbierany w maju i czerwcu 1932 i 1933 roku w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warsz., utrwalałam, podobnie jak to robił Persidsky, w płynie Nawaschina.

Utrwalacz ten dawał naogół wyniki dobre. Skrawki grubości 5 i 10 μ barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina, podbarwiając błony zielenią jasną (w olejku goździkowym), lub fioletem gencjanowym i jodyną (w modyfikacji Newtona, 1927).

Przebieg mejozy.

W najwcześniejszem stadjum, jakie mogłam zaobserwować na przekrojach bardzo młodych, drobnych pączków, jądro ma wyraźną siatkowatą budowę, nie zaś ziarnistą, jak to zaznacza Persidsky (por. ryc.168 z ryc. 1-ą Persidsky'ego).

Większe, nieregularne bryłki chromatyny, skupione przeważnie biegunowo pod błoną jądrową[1]), połączone są cienkiemi niteczkami, tworzącemi delikatną, ale wyraźnie zarysowaną sieć.



Ryc. 168.
Komórka macierzysta pyłku w najwcześniejszem stadjum profazy.

Tkanka archesporowa jest w tym okresie zwarta. Jąderka w kom. m. p. występują w liczbie pojedyńczej, podwójnej a nawet potrójnej i nie są jednakowej wielkości.

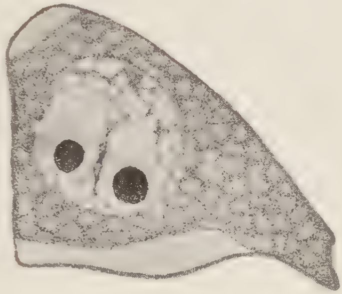
Tapetum złożone jest z jednej warstwy dość regularnych komórek. Błony ich są bardzo cienkie, cytoplazma silnie zwakuolizowana. Duże jądra zawierają, podobnie, jak komórki macierzyste pyłku, od jednego do trzech jąderek, ale mniejszych rozmiarów. W okresie, o którym mowa, komórki warstwy wyścielającej są z reguły jednojądrowe.

Skoro następnie znikną chromocentry w jądrach komórek archesporowych występuje z całą wyrazistością siatka. Wbrew twierdzeniom Persidsky'ego można już wtedy za-

[1]) Jak wiadomo jądra *P. coeruleum* należą do typu „Kappenkerne" Heitz'a (1932 r.).

uważyć podwójność nici bądź to pozaplatanych na znaczniejszych przestrzeniach (ryc. 169), bądź też ułożonych równolegle.

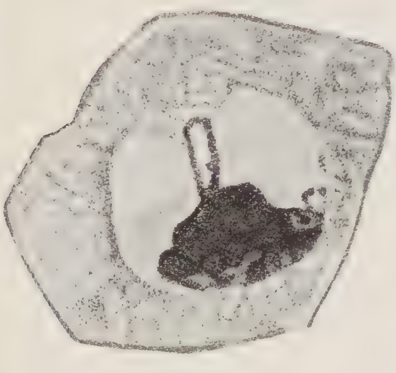
Perełkowatej struktury chromatynowej nici, obserwowanej w tym okresie przez Persidsky'ego, nigdzie nie zdołałam dopatrzyć się pomimo szczególnej uwagi, którą fazie będącej w mowie poświęciłam. Być może, że ta „perełkowata" struktura stanowi właśnie opisane przeze mnie posplatane nitki.



Ryc. 169.
Kom. mac. pyłku w stadjum późniejszego leptotenu ew. w początku zygotenu.

Po tem względnie krótkiem stadjum następuje gwałtowny skurcz, nie pozwalający na zaobserwowanie stopniowego jakoby — według danych Persidsky'ego — ściągania się sieci w kłębek.

W komorach pylnikowych, obok komórek w stadjum powyżej wspomnianem, występują komórki z jądrami o wyraźnym i długotrwałym—jak słusznie podkreśla Persidsky — skurczu. Kłębek synaptyczny spoczywa, jak zwykle, przy błonie jądrowej i kryje w sobie jąderko.



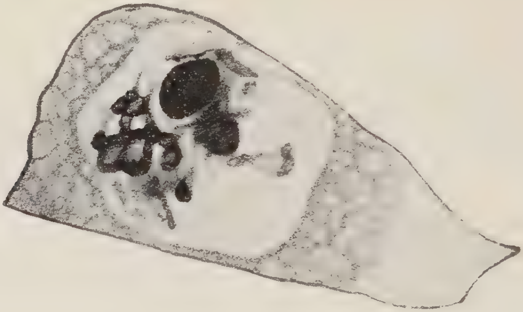
Ryc. 170.
Kom. mac. pyłku w stadjum synizezy (barwiona gencjaną).

Komórki wyściełające, które dotychczas zachowywały swe poprzednie wymiary, zaczynają się rozrastać, a jądra ich dzielą się i następnie zlewają ze sobą. Pod koniec synizezy komórki warstwy wyściełającej zawierają przeważnie synkarjony; wyjątkowo są one czterojądrowe.

Na preparatach barwionych gencjaną można w zbitej masie kłębka synaptycznego wyróżnić grube nici, wyłaniające się zeń stopniowo (ryc. 170 i 171).

Stopniowe rozplątywanie się kłębka prowadzi do luźnego

rozłożenia nici na terenie całego jądra. Na moich preparatach, podobnie jak u Persidsky'ego, wyłaniająca się z kłębka



Rys. 171.
Kom. mac. pyłku po stadjum synizezy (barwiona hematoksyliną).

gruba nić pachytenowa ma strukturę, trafnie przyrównaną przez Czernojarowa do drutu, służącego za przewodnik elektryczny (ryc. 172).

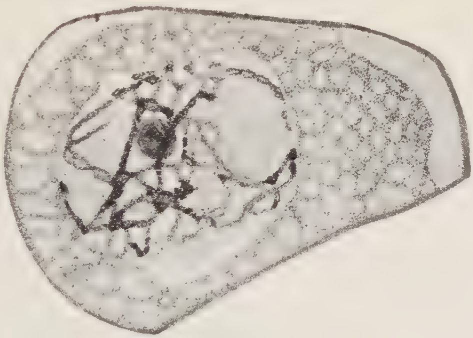


Ryc. 172.
Kom. mac. pyłku w stadjum pachytenu (barw. hematoksyliną).

Persidsky, zwracając uwagę na znaczną grubość nici pachytenowej w stosunku do jej grubości przed synizezą, podkreśla niemożliwość jakiejkolwiek konjugacji chromozomów w okresie tej ostatniej. Następujące w diplotenie rozluźnienie komponentów uważa za podłużne rozszczepienie grubej spiremy. Mojem wszakże zdaniem podwójne uło-

żenie nici daje się stwierdzić jeszcze przed synizezą[1]).

Według dalszych spostrzeżeń Persidsky'ego rozszczepione nici chromatynowe w jądrach tkanki archesporowej tworzą stopniowo siatkę dzięki anastomozom, powstałym przy oddzielaniu się ich połówek. Wyraźna miejscami początkowo podwójność zanika całkowicie (patrz ryc. 12 Persidsky'ego). Wreszcie następuje gromadzenie się chromatynowej substancji na przęsłach siatki. Konfiguracyj sieci, choćby częściowo przypominających stosunki, przedstawione na ryc. 13 i 14 z pracy Persidsky'ego, w żadnym wypadku nie obserwowałam; z łatwością natomiast ponad wszelką wątpliwość stwierdziłam podwójność nici występującą wyraźnie w wielu miejscach, zwłaszcza na preparatach barwionych gencjaną (ryc. 173).



Ryc. 173.
Kom. mac. pyłku w stadjum diplotenu (barwiona gencjaną).

Hematoksylina bowiem żelazowa Heidenhaina, którą wyłącznie posługiwał się autor, daje obrazy niewyraźne, miejscami pozalewane. Na preparatach barwionych tym barwikiem i słabo różnicowanych, spotykałam w miejscach krzyżowania się czarnych nici, nieregularne masy, przypominające bezładne skupienia chromatyny, opisywane przez Persidsky'ego. Na preparatach silnie zróżnicowanych, nić słabo odcinała się od tła jądra, co utrudniało stwierdzenie jej właściwej budowy. Dopiero zastosowanie gencjany ułatwiło mi prześledzenie opisywanego stadjum.

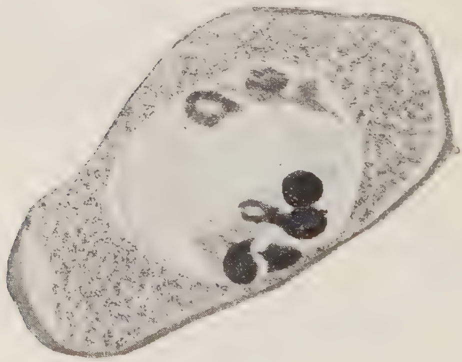
---

[1]) Począwszy od pachytenu tkanka archesporowa nie jest już tak, jak poprzednio zwarta, gdyż stopniowo wytwarzają się w niej duże przestrzenie międzykomórkowe. W komórkach wyścielających występują wówczas silnie hyperchromatynowe, dużych rozmiarów synkarjony w liczbie pojedyńczej, wyjątkowo podwójnej. Taki stan w tkance wyścielającej trwa już do końca profazy.

Strepsiten i diakineza (ryc. 174, 175 i 176) mają charakter zwykły, a struktura komponentów jest tak trudna do odcyfrowania, że o zachowaniu (ew. zaistnieniu) chromatydów nic określonego powiedzieć nie mogę.



Ryc. 174.
Kom. mac. pyłku w stadjum strepsitenu.



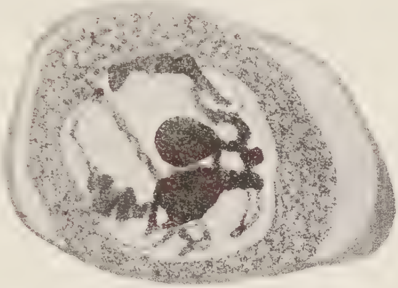
Ryc. 175.
Kom. mac. pyłku w stadjum diakinezy.

Zdaniem Persidsky'ego bezładne skupienia chromatynowej masy, gromadzące się na przęsłach siatki, przybierają przez skręcanie kształt korkociągów, rozszczepiających się wzdłuż (Persidsky, ryc. 17, 18). Z nich przez stopniowe wydłużanie się, następnie grubienie i wyrównywanie konturów powstają bichromozomy.

W trakcie mych badań nie natrafiłam ani razu na sto-

sunki przedstawione przez powyższego autora na ryc. 17, 18. Natomiast pod koniec strepsitenu, kiedy następuje kontrakcja chromozomów, trafiały mi się obrazy zilustrowane na ryc. 176; w mojem przekonaniu wszakże nie przedstawiają one nic innego, jak ulegające kontrakcji nitki, oplecionych dookoła siebie strepsitenowych partnerów.

Obrazy te odpowiadają zapewne ryc. 17 i 18 z pracy Persidsky'ego. Pewną rolę przy powstawaniu takich obrazów trzeba przypisać i hematoksylinie Heidenhaina, która barwiąc w tym okresie mocno substancję chromatynową, zaciemnia i zamazuje obraz. Na preparatach barwionych gencjaną stosunków takich nie spotykałam.



Ryc. 176.
Kom. mac. pyłku pod koniec strepsitenu (barwione hematoksyliną).

Następująca po strepsitenie diakineza trwa krótko. Poszczególne pary, różnej konfiguracji (ryc. 177), są rozrzucone na terenie całego jądra i tak są zbudowane, że, jak zaznaczyłam wyżej, o ich strukturze nic pewnego orzec nie można.



Ryc. 177.
Charakter gemini w okresie diakinezy.

Dalsze fazy I podziału redukcyjnego, jak i cały II podział przebiegają—biorąc pod uwagę powyższe zastrzeżenie—najzupełniej typowo.

Jak wynika przeto z przedstawionych powyżej obserwacyj i profaza podziału redukcyjnego—poza ponad zwykłą miarę zaakcentowanemi „diffuses Stadium" [1]) —nie stanowi żadnego nowego typu. Interpretacje Persidsky'ego skłaniają raczej do przypuszczenia, że autor miał prawdopodobnie do czynienia z materjałem patologicznego charakteru.

[1]) P. Sharp-Jaretzky, 1931, p. 332. Wilson, 1925.

Streszczenie.

W pracy z 1931 r. Persidsky podaje nowy schemat tworzenia się biwalentów w komórkach macierzystych pyłku u *Polemonium coeruleum*.

Według tego autora niema konjugacji nici chromatynowych w stadjach presynaptycznych, ani w stadjum synizezy podziału redukcyjnego. Podwójna struktura nici pachytenowej jest tylko podłużnem rozszczepieniem się grubej spiremy. Z rozszczepionych w diplotenie nici powstaje — jak podaje Persidsky — siatka o budowie pojedyńczej; na jej przęsłach gromadzi się w bezładnych skupieniach chromatynowa substancja, z której, przez podłużne rozszczepienie, powstają biwalenty.

Z moich obserwacyj wynika, że konjugacja chromatynowych nici odbywa się już w najwcześniejszych stadjach profazy. Siatka, powstająca z rozplątających się po okresie skurczu nici, ma strukturę podwójną. Powstawania jakichkolwiek skupień chromatyny na przęsłach tej siatki zupełnie nie obserwowałam. Dalszy przebieg profazy podziału redukcyjnego, jak i cały II podział, odbywają się najzupełniej typowo według znanych schematów.

Duży wpływ na podaną przez Persidsky'ego interpretację profazy podziału redukcyjnego miało barwienie wyłącznie hematoksyliną żelazową Heidenhain'a. Barwik ten daje w objekcie, o którym mowa, obrazy niewyraźne i często miejscami pozalewane. Zastosowanie wszakże gencjany ułatwiło mi dokładniejsze prześledzenie poszczególnych stadjów, bez możności jednak określenia struktury wstęg diafazowych.

Literatura.

1. Persidsky, D. 1931. On the formation of bivalent chromosomes in pollenmothercells by *Polemonium coeruleum L.* Bulletin du Jardin Bot. de Kieff. Livn. XII — XIII.
2. Czernojarow, M. 1927. Nouveaux faits dans la réduction chromatique chez le *Najas major* All. et leurs significations pour les théories chromosomiènes de l'hérédité. Bulletin du Jardin Bot. de Kieff. Livn. V — VI.
3. Heitz, E. 1932. Die Herkunft der Chromocentren. Dritter Beitrag zur Kenntnis der Beziehung zwischen Kernstruktur und qualitativer Verschiedenheit der Chromosomen in ihrer Längsrichtung. Planta, Bd. 18 3 Heft.

4. Wilson, E. 1925. The cell in developement and heredity.
5. Sharp-Jaretzky. 1931. Einführung in die Zytologie. Berlin.

Rysunki wykonane zostały przy pomocy aparatu rysunkowego Zeissa przy użyciu imersji 1/12 Reicherta i okularu 15 ×. Powiększenia rysunków w granicy od 2300—2400.

Zusammenfassung.

Im J. 1931 berichtete Persidsky über ein neues Schema der Bivalentenbildung in den Pollenmutterzellen von *Polemonium coeruleum*. Nach Persidsky fehlt bei *P. coeruleum* die Konjugation der Chromatinfäden in den Praesynapsisstadien, wie in der Synisesis. Die Doppelstruktur des Pachytenfadens ist eine Folge der Längsspaltung des dicken Spirems. Aus den im Diploten gespalteten Fäden entsteht — nach Persidsky—ein aus Einzelfäden zusammengesetztes Netz; auf dem Gerüst desselben sammeln sich ordnungslos Haufen von Chromatinsubstanz an, aus welcher durch Längsspaltung die Bivalenten entstehen.

Aus meinen Beobachtungen folgt, dass die Konjugation der Chromatinfäden bereits auf den frühesten Prophasestadien, noch vor der Synisesis, erfolgt. Das nach der Synisesis entstehende Netz ist ebenfalls aus Doppelfäden aufgebaut. Durch Kürzung der Netzfäden kommt dann das typische Strepsiten und die Diakinese zustande. Der weitere Verlauf der Meiosis ist vollkommen typisch.

Die mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin erzielten Bilder sind leider verwischt und sehr unklar und darin liegt anscheinend der Grund für die Fehlinterpretation seitens Persidsky. Gentianaviolettpräparate dagegen enthalten sehr klare Bilder und ermöglichen eine genaue Verfolgung der Meiosis.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.

HELENA SIWICKA-TARWIDOWA.

Inst. de Bot. Générale de l'Univ. de Varsovie.

SUR L'ÉVOLUTION DU CHONDRIOME PENDANT LE DÉVELOPPEMENT DU SAC EMBRYONNAIRE DE L'*ORCHIS LATIFOLIUS* L.

I. Matériel et technique.

Ayant à étudier l'évolution du chondriome pendant le développement du sac embryonnaire, j'ai pris pour objet de mes observations l'*Orchis latifolius* L. et cela pour les raisons suivantes:

La cellule primordiale du sac embryonnaire jusqu'aux premiers stades de la prophase de la mitose réductrice (le stade plus ou moins de synizesis) n'est enveloppée que d'une couche de cellules épidermiques, car les téguments à cette époque commencent seulement à apparaître; elle constitue un excellent matériel d'étude vitale. Dans les stades postérieurs, grâce aux intéguments qui sont extrèment minces et qui n'ont à peine que quelques couches de cellules, les fixateurs peuvent y pénétrer rapidement et l'on obtient alors des préparations exceptionnellement belles.

L'orchidée est en outre une plante qui n'a pas d'amidon dans ses ovules mais seulement des graisses, ce qui m'a permis de faire une analyse exacte du rôle que joue le chondriome au cours de la production des dits composés chimiques.

Conformement à ce que dit Vermoesen (31), le schéma du développement du sac embryonnaire de l'*Orchis latifolius* L. est le suivant: La cellule primordiale se différencie directement au dépens de la cellule terminale sous-épidermique de la rangée cellulaire interne des filaments ovulaires; elle ne forme pas de cellules de la calotte. Par deux cinèses de maturation, elle forme une tétrade incomplète, c'est à dire trois cellules de mégaspores (la cellule extérieure de la dyade ne se divise pas). La cellule intérieure des mégaspores se développe en un sac embryonnaire normal, contenant huit noyaux. Les deux autres cellules de cette tétrade dégénèrent.

J'ai fixé l'ovaire de l'*Orchis latifolius* L. (coupé en deux parties) d'après la méthode de Regaud, de Benda et d'après celle de Lewitsky. La méthode de Regaud n'a donné que des résultats médiocres, tandis que celle de Benda m'en a apporté de tout à fait satisfaisants.

Il convient de faire remarquer que le meilleur fixateur pour l'objet de mes observations a été celui de Lewitsky (maintenir deux jours et demi dans la solution de formol à 10 pour 100 et dans l'acide chromique à 1 pour 100 dans la proportion de 9:1; garder ensuite cinq jours dans la solution suivante: cinq parties d'acide chromique à 1 pour 100, deux parties d'acide osmique à 1 pour 100 et treize parties d'eau).

Je colorais les coupes microtomiques, épaisses de 7 à 10 microns, à l'hématoxyline ferrique de Heidenhain, ainsi qu'à la fuchsine et à la safranine. Dans l'emploi de la fuchsine acide j'appliquais la méthode suivante de la double coloration: 1) la fuchsine acide chauffée jusqu'à la première vapeur et l'aurantia, 2) la fuchsine acide à chaud et l'acide picrique. En appliquant ces deux méthodes, je n'ai pas réussi à obtenir une coloration satisfaisante.

En réduisant au minimum la durée de séjour des préparations (colorées au préalable à la fuchsine) dans la solution d'aurantia et dans de l'acide picrique (par plongement et prompt déplacement de la lame dans de l'eau) et en appliquant différentes concentrations, j'ai obtenu dans la plupart de cas des préparations sur lesquelles le chondriome était complètement décoloré, ou bien coloré à la fuchsine acide,

mais le plasma ne se colorait ni à l'aurantia ni à l'acide picrique.

Pour obtenir une double coloration à la fuchsine acide et au vert de méthyle, j'agissais de la façon suivante: je réchauffais la préparation dans de la fuchsine acide jusqu'à la première vapeur, je la gardais 5 minutes dans cette température, ensuite je la rincais quelques minutes dans de l'eau distillée et enfin je la colorais au vert de méthyle à 1 pour 100, par prompte immersion.

Motte (25) gardait ses préparations de 2 à 3 minutes dans du vert de méthyle. Sur les miennes le chondriome, après une telle durée, était complètement décoloré.

L'application de cette méthode m'a donné de très bons résultats, car j'ai réussi à obtenir des préparations sur lesquelles le chondriome est coloré en rouge à la fuchsine acide et se distingue nettement sur le fond verdâtre du plasma; de plus, le noyau est coloré en vert et le nucléole en rouge. Lors de la coloration à la safranine, le plasma a été légerement teinté dans la solution de vert-lumière à 25 pour 100.

Ces expériences m'ont conduit à constater, que les résultats obtenus par la fixation et la coloration des préparations microscopiques étaient très différents selon le cas. Probablement cette diversité est dûe à la sensibilité extraordinaire des préparations aux moindres détails de leur exécution. Il faut en outre supposer que l'état physico-chimique de la cellule, au moment de la fixation et de la coloration, joue aussi un rôle très important.

J'ai pu également observer le fait, que très souvent les résultats dépendaient de l'emploi du matériel. J'ai été donc forcée de modifier, selon le besoin, toutes les méthodes connues, car les méthodes appliquées à d'autres objets se montraient défectueuses pour mon matériel.

Les images obtenues par la coloration à l'hématoxyline ferrique de Heidenhain et à la fuchsine acide, sont en principe presque identiques à celles que l'on obtient, si l'on applique des colorations vitales. Seules les préparations colorées à l'hématoxyline diffèrent des autres en ce que les structures observées sont légèrement gonflées.

Aussi, en m'appuyant sur cette identité des images obtenues, j'ai exécuté les figures (le matériel fixé) uniquement d'après les préparations colorées à l'hématoxyline, en tenant

compte de ce qu'elles sont plus claires et plus contrastées. En égard à la très petite dimension des matériaux étudiés, j'ai dû me servir de très forts appareils optiques. Les préparations colorées à la fuchsine ou à la safranine donnaient sous les forts grossissements des images peu contrastées et confuses.

Dans les figures tout est représenté d'une manière schématique, sauf le chondriome et la graisse, qui est en étroit rapport avec lui.

Le cytoplasme, fixé d'après la méthode de Levitsky, très fortement différencié après l'hématoxyline ferrique et dessiné sous un éclairage très fort, n'offre aucune structure; il est clair et homogène.

En ce qui concerne le noyau, il se colore à certains stades tout à fait bien, tandis qu'à d'autres stades où la forte différenciation est favorable pour le chondriome, le noyau est incoloré.

Je partageais les coupes microtomiques, obtenues de chaque ovaire coupé, en deux parties. Je plongeais l'une de ces parties pour quelques heures dans de l'eau oxygénée, afin d'en décolorer la graisse (le fixateur de Lewitsky contient de l'acide osmique, qui est réduit par la graisse) et je la colorais selon les méthodes mentionnées plus haut. La seconde partie de l'ovaire fut utilisée pour l'étude des graisses sans être préalablement oxygénée.

II. Observations sur le matériel fixé.

J'ai commencé mes observations à partir de la période où la cellule primordiale du sac embryonnaire ne diffère pas encore, au point de vue de la dimension, des cellules de l'ovule qui l'entourent.

Les chondriocontes sont en forme de bâtonnets et de filaments longs ou courts, par endroits non uniformement épais (fig. 1 Pl. VII). A côté des chondriocontes apparaissent en petit nombre des grains minuscules qui, comme le prouve l'emploi de la vis micrométrique, ne constituent pas la coupe transversale des chondriocontes. On peut supposer, que ce sont des bouts de filament coupés à l'aide du microtome et cela est d'autant plus possible qu'ils apparaissent à ces sta-

des très rarement. Il y a aussi de nombreuses cellules dans lesquelles on ne voit point de mitochondries granuleuses. Cela est remarquable dans la figure 2, Pl. VII qui représente le chondriome au stade correspondant aux cellules épidermiques de l'ovule.

Dans la seconde période d'accroissement de la cellule primordiale et au cours des premiers stades de la prophase réductrice (leptotène, zygotène) le chondriome subit diverses transformations morphologiques. Il en résulte, que les chondriocontes, jusqu'ici en forme de filaments et de bâtonnets, prennent la forme de gros et de petis grains (fig. 7 Pl. VII) qui, comme les chondriocontes aux stades les plus précoces, se colorent intensivement à l'hématoxyline.

Entre ces deux états morphologiques du chondrioconte, il y a toute une série de formes transitoires. (fig. 3, 4, 5, 6 Pl. VII). On voit donc les courtes plaquettes et les batonnets (fig. 3 et 5 Pl. VII) qui naissent probablement par la fragmentation de longs filaments, ou par leur contraction.

Ces plaquettes et ces bâtonnets ont la forme de virgules, lorsqu'ils ne sont renflés que sur l'une de leurs extrémités; s'ils sont renflés à deux extrémités, ils prennent alors la forme de biscuits. Les renflements plus forts donnent des éléments en forme de poires. (Pl. VII fig. 4, 5 et 6).

Enfin, un filament peut subir des renflements dans plusieurs endroits. Dans la plupart des cas les parties de ce filament qui se trouvent entre ces renflements deviennent de plus en plus minces jusqu'à ce qu'elles soient interrompues en fournissant toute une série de grains placés l'un à côté de l'autre.

Je dois encore faire remarquer qu'à côté d'une quantité prépondérente de gros grains on voit aussi de courtes plaquettes et de tout petits grains (Pl. VII fig. 7) qui deviennent maintenant beaucoup plus nombreux qu'ils n'étaient aux stades précédents.

Il en résulte que le chondriome de la cellule primordiale de l'*Orchis latifolius* L. subit au premier stade d'accroissement toute une série de transformations qui se poursuivent dans un ordre déterminé (Ormann (28), Guilliermond (5, 7, 14, 16, 17), Lewitsky (1911), Wagner (32, 33), Py (29, 30) et d'autres).

A la fin du zygotène ou au commencement de la syni-

zèse, des gros grains, se colorant jusqu'alors intensivement en noir à l'hématoxyline ferrique, changent leur état chimique (ou physique) en sorte qu'ils changent leur coloration et de noirs ils deviennent gris. En même temps les dimensions des grains augmentent (fig. 8, 9, 10 Pl. VII). Les éléments en forme de têtards et de poires subissent ces mêmes métamorphoses (fig. 9, 10 Pl. VII).

Aux premiers moments de cette transformation, à côté des éléments colorés en gris, il y a encore des grains et des éléments en forme de têtards et de virgules plus fortement teintés qui subissent également les mêmes transformations progressives.

Ils deviennent de moins en moins nombreux (voir fig. 8, 9, 10 Pl. VII) jusqu'à ce qu'enfin il n'en reste que de tout petites plaquettes et des petits grains peu nombreux, colorés fortement en noir.

Tous les stades étudiés jusqu'ici, observés en même temps sur les préparations correspondantes non oxygénées, ne démontrent pas la présence de gouttes de graisse.

La période de la synizèse est de très longue durée. Au cours de cette période les grains pleins, colorés en gris, donnent naissance aux petites vésicules, remplies d'une substance non colorée, ce qui donne, sur les coupes, l'impression de petits anneaux colorés en gris (fig. 11, 12, 13 Pl. VII) Ces anneaux sont d'abord petits et ils sont entourés par une paroi épaisse. Peu à peu la goutte, qui se trouve à l'intérieur, prend des dimensions plus grandes; les parois de la vésicule deviennent de plus en plus minces et par suite on obtient sur les préparations des anneaux plus grands à contours plus délicats (fig. 12, 13 Pl. VII). On peut observer le même fait dans tous les autres éléments du chondriome, que ce soient les éléments en forme de têtards, de poires ou de grains liés. C'est pour cela qu'on a sur les coupes optiques le chondriome en forme de raquettes de tennis (fig. 12, 13 Pl. VII) et d'anneaux liés entre eux (fig. 12 Pl. VII).

A côté de ces éléments il y a dans le cytoplasme, au cours de ce stade comme au cours des stades précédents, une quantité innombrable de plaquettes et de petits grains se colorant fortement à l'hématoxyline ferrique.

En même temps, les préparations non oxygénées des mêmes stades montrent l'apparition progressive des gouttes

minuscules de graisse colorées à l'osmium, petites et peu nombreuses tout d'abord (fig. 14, 15 Pl. VII), mais qui deviennent de plus en plus grandes et plus nombreuses[1]) (fig. 16, 17 Pl. VII).

Souvent on rencontre aussi des gouttes rangées deux à deux ou en forme de chaînettes; enfin il y en a celles, qui par leur forme rappellent le chondriome en forme de poires et de raquettes de tennis.

Dans les parties vertes de l'ovaire, la graisse apparaît au fond de grands chloroplastes. En même temps les plastes subissent les mêmes transformations que le chondriome dans la cellule primordiale, a savoir: les grands chloroplastes, qui sont en forme de fuseau et colorés en noir à l'hématoxyline, deviennent sphériques, augmentent de dimension et en même temps ils se colorent peu à peu en gris. C'est le moment qui précède immédiatement l'apparition d'une grosse goutte de graisse et où le plaste donne sur la coupe un grand anneau.

Puisqu'il n'y a pas ici une telle périodicité dans la production en masse de la graisse, comme au cours du développement du sac embryonnaire, on peut trouver en même temps tous les stades de la transformation des plastes. Quel sort subissent les chloroplastes après la dissolution de la graisse qui s'y est produite, je ne puis pour le moment affirmer rien de définitif.

Pour obtenir des préparations plus parfaites j'ai essayé de colorer le contenu des vésicules chondriomales à l'aide du Sudan III sur les préparations colorées à l'hématoxyline.

Cependant le Sudan III, qui donnait de très bons résultats sur le vivant, n'a pas déterminé de coloration nette, probablement à cause des transformations, qui ont eu lieu sous l'influence du fixateur dans la nature chimique de la graisse.

Comme la méthode précédente ne m'a pas donnée de résultats positifs, j'ai appliqué un tout autre procédé: sur les préparations contenants de petites gouttes de graisse, colo-

---

1) Le chondriome, comme l'a démontré Fauré-Fremiet dans les cellules animales et Guilliermond dans les celles des plantes, ne reduit pas l'acide osmique, exepté le cas où on le traite ensuite par une solution de pyrogallol ou lorsqu'on applique la méthode d'imprégnation osmique (laisser séjourner deux semaines à la température de 40⁰ dans l'acide osmique à 2 pour 100).

rées en brun à l'osmium, j'ai me suis efforcée de mettre en evidence les vésicules chondriomales, qui entouraient ces gouttes, en employant de la fuchsine acide (La teinte grise, obtenue à l'aide de l'hématoxyline, ne se laisse pas distinguer de la graisse colorée en brun à l'osmium). Mais le chondriome perd dans ce stade non seulement l'affinité pour l'hématoxyline, mais il se colore aussi faiblement à la fuchsine acide, de manière que les préparations obtenues ne sont pas tout à fait claires.

Avec le temps les parois des vésicules chondriomales deviennent de plus en plus minces jusqu'à ce qu'elles disparaissent complètement. En même temps se dissolvent les gouttes de graisse, car sur les préparations osmiques rien ne se colore plus. Au commencement du pachytène, le chondriome de la cellule primordiale est représenté seulement par des grains minuscules des mitochondries, colorés en noir (fig. 18, 19 Pl. VIII). Ce n'est que très rarement qu'on peut observer pendant ce stade des anneaux particuliers, très peu nombreux (fig. 19 Pl. VIII).

Le trait caractéristique de ces grains minuscules est qu'ils sont le plus souvent reliés par paires au moyen des filaments très minces colorés en gris (très rarement ces filaments sont colorés en noir).

La longueur des filaments, qui lient ces grains, est très différente; ils sont très courts et les grains se trouvent l'un tout près de l'autre, ou, au contraire, ils sont très longs et alors ils forment entre les grains une ligne droite, ou courbée en forme de faucile (Pl. VIII fig. 18, 19, 20). A côté de tels éléments, il y a encore des corpuscules en forme de bisquits, c'est à dire de petits grains colés l'un à l'autre. Ceux-ci font l'impression de stades de la division du chondriome (fig. 18, 19, 20 Pl. VIII). Le fait est que le chondriome s'y multiplie, car le nombre de grains minuscules augmente visiblement, ce qui s'observe parfaitement en comparant les stades successifs du pachytène (Pl. VIIIf ig. 18, 19), du strepsitène (fig. 20 Pl. VIII), du diplotène (fig. 21 Pl. VIII) et de la métaphase de la mitose hétérotypique (fig. 22 Pl. VIII). Ce problème sera discuté dans les conclusions. J'ai pu encore constater, que pendant la division du noyau, le comportement du chondriome est tout à fait passif.

Aussi bien dans les derniers moments de la prophase

de la mitose hétérotypique (fig. 18, 19, 20, 21 Pl. VIII) que dans la métaphase elle-même (fig. 22 Pl. VIII) les éléments en forme de biscuits, les grains liés entre eux et les grains libres sont tout à fait uniformement répartis sur tout le cytoplasme.

Pendant la période de la métaphase et de l'anaphase la région du fuseau reste libre de chondriome.

Wagner (32) a constaté la même chose pour les grains de pollen des Monocotylédones, où le chondriome, pendant le premier et le deuxième stade de la division de la cellule-mère, est uniformement réparti sur tout le cytoplasme de la cellule; seule la région du fuseau en est libre.

En conséquence, le cytoplasme de deux cellules de la dyade contient, par rapport à sa masse, une quantité égale de chondriome. Mais puisque le noyau de la cellule primordiale, déjà au commencement de la prophase de la mitose réductrice, passe de sa position centrale (fig. 3 Pl. VII) vers la paroi extérieure (fig. 11 Pl. VII), par suite de quoi dans la métaphase la plaque chromosomique occupe plus ou moins deux tiers de la longueur de la paroi avoisinante des cellules du funicule et un tiers de la paroi opposée, la cellule extérieure de la dyade est plus petite et par conséquent elle contient une quantité plus petite de chondriome (fig. 23, 24 Pl. VIII).

Dans les cellules de la dyade, immédiatement après la mitose hétérotypique, le chondriome, qui y est contenu, garde le caractère qu'il avait aux stades précédents, mais au fur et à mesure que les cellules commencent à se préparer à la mitose homéotypique (cela a lieu probablement immédiatement après la mitose hétérotypique, car je n'ai pas réussi à saisir le noyau à l'état de repos) commencent à apparaître dans les deux cellules, à côté du chondriome, décrit plus haut, de courts chondriocontes recourbés et souvent même un peu renflés sur l'une de leurs extrémités ou sur les deux (fig. 24 Pl. VIII).

Au cours de la métaphase de la mitose homéotypique on voit dans les deux cellules de la dyade (fig. 25 Pl. VIII) une forte augmentation du nombre des éléments filamenteux. Ces filaments sont fortement renflés sur leur extrémités, ou en quelques autres endroits. En outre, il y a de courtes plaquettes non uniformement renflées, de gros grains, de filaments longs et minces et enfin des grains minuscules. A partir de ce moment, le chondriome subit strictement les mêmes trans-

formations, que dans la cellule primordiale avant la première phase de la formation de la graisse.

Au cours de la métaphase de la mitose homéotypique, le chondriome, comme cela avait lieu pendant la mitose hétérotypique, est en général uniformement reparti dans le cytoplasme. On remarque assez souvent que des éléments de plus grandes dimensions se groupent plutôt dans la cellule inférieure de la dyade, au pôle contigu au funicule.

Au cours de la télophase (fig. 26 Pl. VIII) on voit des éléments de plus en plus nombreux en forme de spermatozoïdes têtards, ainsi que des corpuscules granuleux.

La cellule extérieure de la dyade s'attarde dans sa division (fig. 26 Pl. VIII); elle reste toujours au stade de la métaphase et n'atteint, que très rarement, celui de l'anaphase (fig. 28 Pl. VIII).

Le chondriome des tétraspores garde à peu près le même caractère qu'il avait au cours des stades précédents. Dans la figure 27 (Pl. VIII) on voit nettement la tétraspore inférieure, c'est à dire la cellule-mère du sac embryonnaire, et la tétraspore centrale. La tétraspore extérieure avec la plaque métaphasique qui dégénère est, au contraire, masquée fortement par l'hématoxyline. Le chondriome de la tétraspore extérieure dégénérescente (fig. 28 Pl. VIII) n'est composé que de granules assez gros. Les plus petits de ces granules sont encore beaucoup plus gros que les granules de la cellule-mère, dans laquelle, à côté de gros grains, apparaissent en même temps ces grains minuscules et de petites plaquettes (fig. 28, 29 Pl. VIII).

Pendant la période d'accroissement de la cellule-mère du sac embryonnaire, (le noyau de cette cellule est encore à l'état de repos); de gros grains, des éléments en forme de têtards et ceux en forme de poires etc. augmentent leurs dimensions plus fortement, que ceux de la cellule primordiale, et se colorent en gris à l'hématoxyline (fig. 30 Pl. VIII).

Je dois encore attirer l'attention sur le fait qu'à ce stade comme au stade suivant il est extrêmement difficile de rendre visible le chondriome. Les préparations doivent être très fortement différenciées (aprés l'hémotoxyline) en sorte que le noyau, et même le nucléole sont sur certaines coupes tout à fait décolorés (fig. 30, 32 Pl. VIII). J'ai éprouvé cette difficulté en observant la préparation d'après laquelle j'ai exécuté la figure 30 (Pl. VIII). D'abord je l'ai observée au moment où elle était

moins différenciée. Le cytoplasme au cours de ce stade se différencie avec difficulté, il est coloré en gris.

J'ai observé de petits et peu nombreux granules, colorés en noir, c'est à dire la partie du chondriome qui n'a pas subi les transformations décrites plus haut; on ne voit point de chondriome modifié. Après avoir différencié plus fortement la préparation, j'ai obtenu l'image décrite plus haut (fig. 30 Pl. VIII). Sur cette image apparaissent des éléments du chondriome colorés en gris, mais les grains minuscules, visibles avant la différenciation plus forte, se décolorent. Malheureusement, n'ayant pas fait auparavant de dessin de ces granules, j'ai été forcée, pour les rendre visibles, de faire le dessin d'une autre cellule dans le même ovaire et au même stade, seulement moins différenciée (fig. 31 Pl. VIII). Une preuve est irréfutable, c'est que beaucoup plus tôt (fig. 31 Pl. VIII), à côté des granules simples, apparaissent des formes de division du chondriome, en forme de biscuits et des granules liés entre eux à l'aide d'un filament gris, visible à une faible différenciation des préparations microscopiques.

A travers toutes les phases, décrites plus haut, c'est à dire dès le pachytène jusqu'au stade où la cellule-mère est développée, on ne voit pas de graisse sur les préparations osmiques. Ce n'est qu'à l'époque postérieure (fig. 32 Pl. IX) qu'on voit réapparaître une grande quantité de petites gouttes de graisse dans la cellule-mère, de même que dans les cellules des tétraspores qui dégénèrent (fig. 33 Pl. IX). Leurs formes correspondent à celles du chondriome dans l'intérieur duquel elles naissent. Je dois encore souligner qu'il y a une plus grande quantité de vésicules chondriomales et par conséquent plus de gouttes de graisse dans les cellules dégénérescentes de tétraspores que dans la cellule-mère (fig. 32 Pl. IX).

Malheureusement, la possibilité d'observations minutieuses de la transformation successive du chondriome se termine au stade de la cellule-mère, car le sac embryonnaire se contracte au cours de la fixation, il ne se colore pas bien et se déchire pendant qu'on le coupe.

Si j'ai réussi à obtenir des préparations des stades postérieurs du sac embryonnaire, ce n'est que pour le sac à deux et à cinq noyaux (3 noyaux du sac à 4 noyaux ne se sont pas encore divisés, tandis que l'un d'eux s'est déjà divisé).

Dans le sac à deux noyaux on voit encore ces mêmes relations que dans la cellule-mère. Ainsi donc sur les préparations fortement différenciées on voit de grands anneaux colorés en gris (fig. 34 Pl. IX). Sur celles, qui sont au contraire moins différenciées il y a de petits grains noirs, (fig. 35 Pl. IX) liés pour la plupart deux par deux à l'aide d'un filament gris.

Dans les figures 31 (Pl. VIII) et 35 (Pl. IX) on observe une polarité dans la disposition du chondriome qui ne se distinguait pas jusqu'ici, le chondriome étant beaucoup plus nombreux dans le pôle micropylaire du sac embryonnaire.

Je trouve la confirmation de ces rapports au stade du sac à cinq noyaux (fig. 37 Pl. IX) où la forme vésiculeuse du chondriome, qui est la preuve d'une phase nouvelle de graisse, n'occupe que le pôle décrit plus haut. Dans la partie restante apparaissent de petits grains peu nombreux et colorés en noir. Sur la préparation osmique (fig. 38 Pl. IX) qui correspond à celle de la fig. 37, (Pl. IX) les gouttes très nombreuses de graisse n'occupent que la partie du sac décrite plus haut, tandis que sur le pôle opposé elles apparaissent en très petite quantité.

En résumé on peut observer trois périodes dans l'apparition de la graisse dans le chondriome au cours de l'évolution du sac embryonnaire de l'*Orchis latifolius* L. De ces trois périodes j'ai pu étudier deux complétement, quant à la troisième, je n'ai pu observer que la phase initiale (les grains minuscules en division) et la phase terminale (au stade des vésicules et à celui des gouttes de graisse).

La première phase de l'apparition de la graisse a lieu dans la cellule-mère des mégaspores à la période d'accroissement intense de la cellule, au commencement de la prophase, au stade de longue durée de synizesis (fig. 11, 12, 13 Pl. VII).

Au commencement du pachytène, la graisse se dissout et à partir de ce moment les petits grains peu nombreux du chondriome restant, commencent à se multiplier. En même temps se succèdent immédiatement deux divisions du noyau, aboutissant à la formation de la tétrade, après quoi vient le stade d'un plus long repos. C'est à cette époque que grandit la cellule-mère et dans le chondriome, qui ayant traversé auparavant une évolution décrite plus haut, la graisse réaparaît ensuite (fig. 32, 33 Pl. IX). Cette graisse n'est pas aussi promptement consommée comme cela a lieu dans la cellule

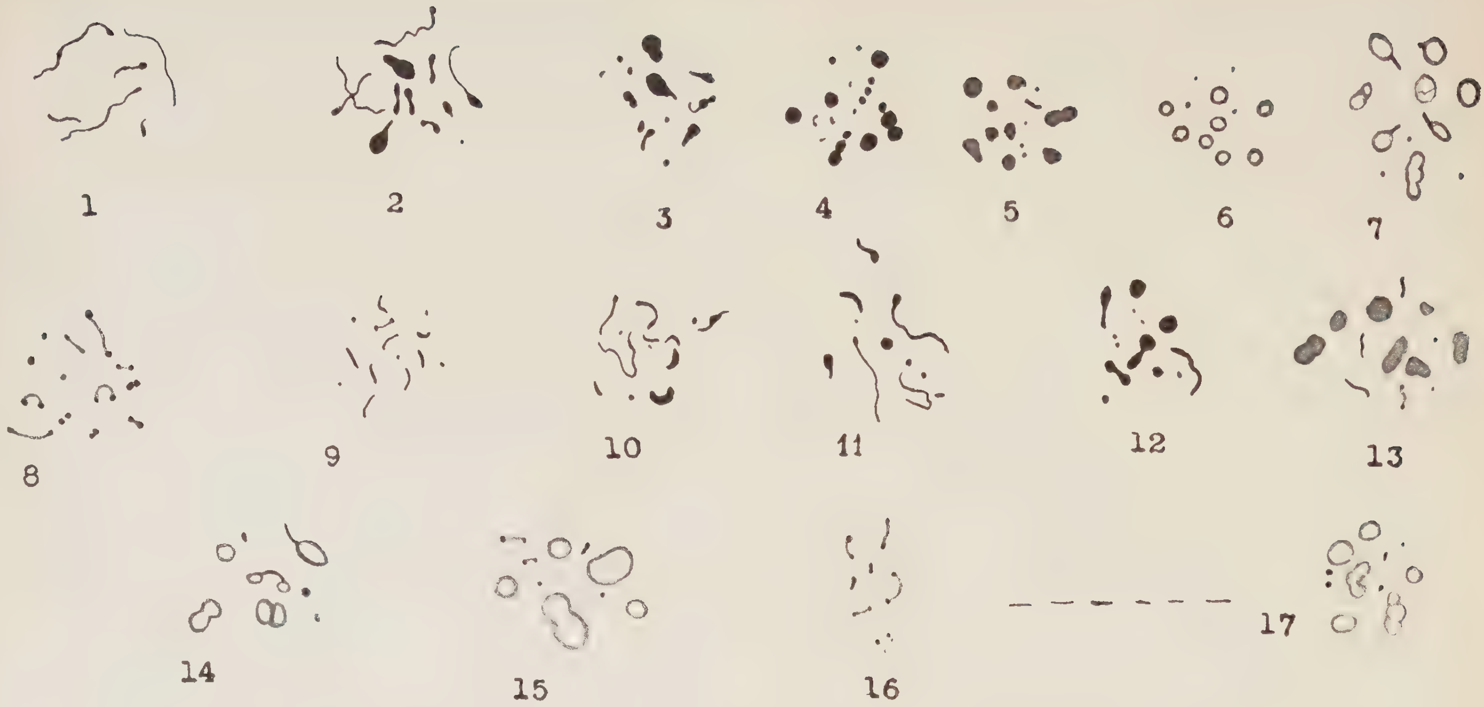


Fig. 178.

Schéma d'évolution du chondriome au cours du développement du sac embryonnaire de l' *Orchis latifolius*, L. On a indiqué seulement des transformations morphologiques.

primordiale, car il y a encore dans le sac à deux noyaux des vésicules remplies de graisse, bien que ces vésicules soient moins nombreuses (fig. 34 Pl. IX). D'autre part, cette division des noyaux s'effectue probablement beaucoup plus vite que le passage d'un stade, de la prophase de la mitose hétérotypique, à un deuxième, car je n'ai pas réussi à observer les stades de la division de la cellule-mére, bien que j'aie fixé une très grande quantité de matériel; tandis qu'en faisant des préparations sur les ovaires jeunes, j'ai pu, au contraire, observer très souvent le stade synizesis.

Le résidu du chondriome, c'est à dire celui en forme de grains petits et peu nombreux (fig. 31 Pl. VIII, 35 Pl. IX), recommence á se multiplier, après quoi la graisse réaparaît en abondance (fig. 37, 38 Pl. IX).

Je donne ci-dessous (Fig. 178 du texte) le schéma de l'evolution du chondriome, observée par moi, afin d'en rendre plus clair son caractère. J'ai y omis des rapports quantitatifs du chondriome et je n'indique, que les transformations morphologiques.

III. Étude vitale et postvitale.

Mon étude a porté sur l'ovaire des bourgeons non encore épanouis et sur celui des fleurs, qui venaient de s'épanouir. Je procédais de la manière suivante: d'abord je coupais l'ovaire verticalement; tout de suite après, à l'aide d'une aiguille, je séparais les ovules et je les plongeais immédiatement dans une goutte de liquide où se trouvait le colorant donné. Pour protéger l'objet contre la pression mécanique, je munissais les quatre coins de la lamelle de supports de cire. Pour la coloration vitale, j'appliquais avec succès le vert Janus et la phénosafranine. Le violet de Dahlia ne donnait pas de résultats positifs.

En appliquant le vert Janus pour les concentrations de 1/30.000 à 1/10.000 sur le chondriome, je colorais en même temps les vacuoles au moyen du rouge neutre.

Pour faire la solution des colorants, j'employais de l'eau distillée additionnée de 0,75 NaCl pour 100 cm³, contrairement à la majorité des auteurs, qui employaient la solution du saccharose.

Je colorais la graisse au Soudan III, et au liquide „Nadi".

J'ai fixé la concentration convenable du rouge neutre par voie d'essai. En appliquant le vert Janus en concentration 1/30.000, les grains du chondriome se coloraient en verdâtre uniquement dans les cellules épidermiques, qui entouraient la cellule primordiale (fig. 39 Pl. IX). Cette opération répétée plusieurs fois et toujours avec le même résultat, m'a amenée à la conclusion, qu'avec la concentration aussi faible tout le colorant est absorbé uniquement par le chondriome des cellules épidermiques, alors qu'il ne pénetre pas dans la cellule-mère de mégaspores. Ce n'est qu'à la concentration de 1/10.000 que j'ai obtenu une très jolie coloration du chondriome de la cellule primordiale (fig. 40 Pl. IX). Mais au bout de trois quart d'heurs se font remarquer dans le chondriome des changements bien visibles: le chondriome, qui apparait aux premiers moments de l'expérience sous forme de grains minuscules se renfle, grandit, devient très refringeant et vésiculeux. Peux de temps après survient la mort de la cellule. Ce fait est conforme aux résultats généraux obténus par Guilliermond (15), avec le même colorant vitale.

Aux stades les plus précoces le chondriome apparait sous forme de mitochondries granuleuses. Ce n'est qu'après avoir réussi à abréger le temps de la durée de la manipulation précédente l'observation vitale, qne j'ai commencé à apercevoir la présence dans la cellule-primordiale et dans les cellules épidermiques de nombreux et très minces chondriocontes. Cependant au bout de quelques minutes, ces filament commencent à subir une fragmentation dont résulte la formation de petits grains placés l'un à côté de l'autre (fig. 42 Pl. IX), et par suite de leur dissociation, apparaissent des grains dispercés sans aucune ordre (fig. 41, 42 Pl. IX).

A. Luxemburg (22, p. 369) à la suite de ses observations vitales sur le chondriome dans les cellules-mères du pollen des Malvacées, interprète d'une autre façon les granules rengées en forme de chaînette. L'auteur trouve que cettes chaînettes se forment plutôt par agglomération des granules particuliers que par la fragmentation des chondriocontes. Elle ne les a pas vus vivants. C'est pour cette raison qu'elle considère les éléments filamenteux et ceux en forme de bâtonnets, apparaissant sur la préparation fixée d'après la methode de Benda, comme de simples faits artificiels.

Le chondriome, qui se trouve dans la cellule primordiale de l'*Orchis latifolius* L. entoure dans la plupart des cas le noyau d'une sorte d'anneau (fig. 44 Pl. IX), ou il s'amasse à côté de l'un ou de l'autre pôle du noyau (fig. 40, 41, 43 Pl. IX), tandis que dans les cellules épidermiques il occupe en générale une partie du cytoplasme près des parois inférieures (fig. 41 Pl. IX).

Comme on ne trouve pas sur les préparations fixées de telles régions séparées, je me crois autorisée à supposer, qu'un tel grouppement du chondriome doit être considéré comme résultat des déplacements par suite de la formation de la vacuole et des courants occasionés par la pénétration du colorant.

En observant des stades postérieurs, on aperçoit sur le terrain de la cellule primordiale, à côté des granules du chondriome, colorés au vert Janus, des gouttes plus grandes incolores et fortement réfringeantes (fig. 44, 46 Pl. IX). Ces gouttes donnent une reaction de la graisse (fig. 45 Pl. IX).

Elles se colorent en rouge-brique à l'aide du Soudan III à chaud et en bleu à l'aide du mélange „Nadi".

A mesure qu'augmente la quantité de gouttes de graisse, diminue en même temps le nombre de granules qui se colorent au vert Janus (fig. 44, 46 Pl. IX). Cette dépendance confirme l'observation exacte sur des matériaux fixés, concernant la formation de la graisse à l'intérieur du chondriome.

Au cours de la coloration vitale, je n'ai pas réussi à observer les parois du chondriome autour des gouttes de graisse. Il est extrêmement difficile d'apercevoir une pellicule à la surface de la goutte réfringeante, même si cette pellicule est colorée. Je crois pourtant que le chondriome, observé au stade, où sur les préparations il se colore très faiblement en gris à l'hématoxyline, cesse aussi de se colorer au vert Janus.

Cela est d'autant plus possible, que pour les plastides, qui produisent de l'amidon et qui en général se colorent intensivement à l'hématoxyline, Guilliermond (15) a constaté ce même comportement à l'égard du vert Janus.

Cependant j'ai réussi à démontrer l'existance de la vésicule chondriomale autour des gouttes de graisse et voilà par quels moyens j'y suis parvenue: en agissant sur les cel-

lules avec le chloroforme, l'éther, l'alcool absolu et d'autres, j'observais les gouttes de graisse se dissoudre rapidement, mais en même temps le protoplasme commençait à ce contracter à tel point qu'il m'était impossible de continuer les observations quelconques sur la très petite cellule primordiale. Pour y arriver malgré tout, j'ai choisi des ovules dont les téguments étaient plus développés; j'en ai pris ensuite une cellule de dimension plus grande et remplie de gouttes de graisse, et, en l'observant toujours au microscope, je mettais avec précaution quelques gouttes d'alcool absolu sous la lamelle en enlevant en même temps l'eau au moyen de papier buvard. Les gouttes de graisse se dissolvaient en quelques secondes. Mais a mesure qu'elles diminuaient, leur surface se contractait et se froissait, ce qui rappelait le refrognement du ballon au moment où l'air s'en dégage. Après la dissolution complète de la graisse, on voyait, à l'éndroit où il avait la goutte, une pellicule chondriomale froncée et rétractée.

Au cours de la coloration au vert Janus, je n'ai pu observer de formes transitoires entre les filaments et les vésicules remplies de graisse. Il en faut peut être chercher la cause dans ce que le chondriome en s'altérant les chondriocontes subissent une fragmentation et un renflement. Je dois aussi ajouter que mes observations vitales ont été exécutées à un grossissement beaucoup plus faible (que celles sur les matériaux fixés) auquel il m'a été impossible de faire réssortir les détails morphologiques des éléments particuliers du chondriome.

A la fin j'ai appliqué également la fénosafranine dans les concentrations établies par voie d'essais. Ainsi, après avoir plongé l'objet d'observation dans du colorant, j'ai pu d'abord observer les membranes se colorer en rouge, le cytoplasme en rose et enfin les grains du chondriome en rouge. En appliquant le violet de Dahlia, dont se servaient plusieurs auteurs pour la coloration vitale du chondriome, je n'ai pas réussi à obtenir de résultats positifs.

Conclusions.

Comme je l'ai déjà fait remarquer plusieurs fois, l'apparition de la graisse, au cours des stades déterminés du développement du sac embryonnaire, a lieu à l'interieur du

chondriome qui subit d'abord certaines modifications morphologiques et ensuite commence à se colorer en gris à l'hématoxyline. C'est le stade qui précède immediatement le moment de l'apparition des gouttes de graisse. Celle-ci croît avec une vitesse extrême, de sorte que bientôt après sa différenciation elle remplit tout l'intérieur des éléments du chondriome. Par conséquence le chondriome prend la forme des vésicules à parois minces, après quoi les pellicules chondriomiques ainsi que les gouttes de graisse disparaissent.

On peut admettre facilement qu'on a affaire ici avec le chondriome „actif dans la photosynthèse ou plastes", dans le sens déterminé par Guilliermond (8, 9, 10, 18, 19 et d'autres), c'est à dire avec le chondriome, qui dans notre cas produit de la graisse, ou pour mieux dire avec les oléoplastes, et que par conséquent la graisse se trouve dans le même rapport à la photosynthèse, que l'amidon. En faveur de cette affirmation, plaiderait le fait, que les globules de graisse constituent l'unique substance visible du métabolisme aussi dans les parties vertes (feuilles, tiges, parties vertes de l'ovaire), où ces globules apparaissent dans des chloroplastes, qui à leur tour subissent les mêmes transformations, que le chondriome des cellules embryonnaires. Il est à discuter si le chloroplaste, après avoir produit de la graisse, subit le même épuisement et la même dégénérecence, car il m'a été impossible de le constater. Pourtant certaines de mes observations font supposer que cet état de choses existe en réalité.

D'autre part en faveur de la lipophanérose de Guilliermond (20, p. 570) plaide avant tout le fait, qu'après le détachement de la goutte de graisse, le chondriome est détruit, tandis qu'après la production de l'amidon et des pigments, d'après les observations faites par Guilliermond, Mangenot et Emberger (2), (3) il reprend son état initial (la réversibilité fonctionelle du chondriome).

De plus, en faveur de la lipophanérose plaide aussi un autre fait, qu'après l'apparition de la graisse, la pellicule chondriomale se colore si faiblement, qu'il est difficile de constater sa présence et de la rendre visible. Ce fait peut être considéré comme le résultat de la séparation du complexe lipoprotéique, qui constitue le chondriome, en la pelli-

cule protéique et en élément lipoidique, qui s'accumule sous la forme de gouttes à l'intérieur de la dite pellicule.

Les transformations, que subit le chondriome avant et au cours de l'apparition de la graisse, comme je l'ai déjà observé, sont à peu près identiques avec celles qu'avait observées Nadson dans son ouvrage de 1926 (28).

Mes observations m'ont permis de constater en outre que dans la cellule embryonnaire la graisse apparaît périodiquement avant, ou au commencement de la division et y est tout de suite dissoute.

Le chondriome qui se trouve dans les cellules dégénérescentes des tétraspores subit néanmoins les mêmes transformations, qu'il avait subi dans la cellule primordiale pendant la période de la formation de la graisse et qu'il subit exactement au même moment dans la cellule mère du sac embryonnaire. Il faut noter, qne dans la cellule-mère la graisse se produit en quantité plus petite. Une partie du chondriome (très petite du reste), celle en forme de petites plaquettes et de grains minuscules y reste, se multiplie et, dans la phase de la production de la graisse, subit progressivement les transformations décrites plus haut.

Dans les cellules dégénérescentes, au contraire, la graisse se forme en plus grande quantité et probablement le chondriome tout entier est détruit au cours du processus de la production de la graisse. Il est d'autant plus difficile d'observer ce fait que le terrain entier du cytoplasme est rempli de gouttes de graisse et que ies cellules dégénérescentes se différencient avec difficulté.

En ce qui concerne les facteurs, qui provoquent la lipophanérose, il faut admettre que le plus probablement ils sont plusieurs: ce serait des symptomes, ou de nature patologique, ou de dégénérescence, ou au contraire le résultat d'une activité progressive de la cellule. Dans ce dernier cas on pourrait interpréter ce fait comme conséquence de la production intense d'une substance lipoïdique dans le corps du chondriome, substance qui trouble l'équilibre quantitatif du complex lipoprotéique du chondriome, qui a existé jusqu'ici, et qui de cette façon provoque la séparation de cette substance en élément lipoïdique et en élément protétique.

Cette interprétation n'excluerait pas celle de la lipopha nérose au cours des observations de Mangenot (25) sur

le rôle de la lumière sur la formation des gouttes de graísse dans des chloroplastes.

La lipophanérose dans le processus de l'apparition des gouttes de graisse dans le chondriome justifie, au moins en théorie, la possibilité de l'apparition des gouttes de graisse (lipoïdiques) directement dans le cytoplasme, comme l'a constaté Guilliermond (11, p. 65; 14, 15), Emberger (1, p. 344), Mangenot (23, p. 982) et autres. Cela s'explique par le fait, que le cytoplasme, étant, comme le chondriome, une substance lipoprotéique (seulement dans une proportion différente) pourrait subir, dans certains cas, une lipophanérose.

En résumant les résultats exposés plus haut je suis en droit de conclure, que, quant à l'emploi du terme „oléoplaste" et par conséquent, quant à l'affirmation de l'identité du processus de la formation de la graisse avec celui de la production de l'amidon, de la chlorophylle de la xantophylle et c. exclusivement dans les plastes, il faut pour le moment garder une certaine reserve.

Il s'agit maintenant de savoire à quelle catégorie du chondriome nous avons à faire au cours du développement du sac embryonnaire de l'*Orchis latifolius* L. Les résultats de mon travail tendent à indiquer, que le chondriome tout entier subit progréssivement les mêmes transformations. C'est à dire qu'après la dissolution de la graisse et des vésicules chondriomiques, les granules peu nombreux du chondriome qui restent jusqu'a présent passifs se multiplient et subissent plus tard les mêmes transformations, tandant à la production de la graisse et à leurs complètes destruction finale. Les granules peu nombreux du chondriome résiduel commencent à se multiplier à leur tour et ainsi de suite.

Dans la cellule dégénérescente des tétraspores, tout le chondriome semble au contraire prendre la forme de gouttes de graisse.

Si l'on compare maintenant ces observations avec opinion émise par Guilliermond dans son travail de 1925 (18, p. 26) [1]) au sujet de la dualité du chondriome, le travail pré-

---

1) „On voit apparaître les deux variétés dont l'une correspond aux plastes et a pour fonction produire de l'amidon, de la graisse, de la chlorophylle et des pigments xantophylliens et carotiniens et dont l'autre se montre inactive dans ces phénomènes et a rôle encore inconnu".

sent constaterait la possibilité de la transformation du chondriome entier de la cellule végétale en plastes. Chaque élément chondriomal de la cellule végétale aurait le même potentiel fonctionel et par conséquent il confirmerait „l'unité du chondriome" de Motte (25) dans la cellule végétale.

On pourrait supposer, que cette unité ne peut se révéler dans le cas, où se produit l'amidon et le pigment en égard à „La réversion des plastes" d'Emberger (2). Dans notre cas, au contraire, grâce à ce que les plastes, dans lesquelles a pris naissance la graisse, dégénèrent, le potentiel propre au chondriome résiduel, qui n'a pas pris part dans la phase précédente de l'apparition de la graisse, (peut-être soumise à l'influance de certins facteurs régulateurs) se révèlent tout à fait distinctement. L'interprétation émise ci-dessus purrait être considérée comme étant conforme aux théories de Meves, de Motte (25) ainsi qu'aux observations de A. Luxemburg (22, p. 388).

Mais comme nous n'avons pas aujourd'hui de connaissance fixes sur les processus liés avec l'apparition de la graisse, il est nécessaire de tenir compte d'une autre possibilité. À savoir si l'on admet, comme je l'ai déjà dit plus haut, que la production de la graisse peut être provoquée par un processus autre, que cellui de la production de l'amidon, de la chlorophylle et du pigment (lipophanérose de Guilliermond 20, p. 570), ce processus cesserait alors d'être le criterium permettant de distinguer le chondriome „actif" de „l'inactif" dans la photosynthèse. En faveur de cette thèse plaiderait la production de la graisse dans le chondriome de la cellule animale (Altman et Metzner, Arnold, L. et R. Zoja, O. et R. Van der Stricht, Lams, Van Darme, Bluntschi, Russo, M-lle Loyer, Regaud, Dubreuil, Luna, Hoven, Athias — cités dans le travail de R. Noël (27), ainsi que Landreyt (21), Noël (27) et Maximow (24)) dans laquelle on n'accepte que l'existence du chondriome „inactif".

En présence de ces dernières considération, mes observations ne serait pas en principe contradictoires avec les opinions sur l'existence des deux catégories du chondriome dans cellule végétale.

Pour ce qui est de la multiplication des éléments chondriomaux, on doit faire remarquer que pendant la période du développement du sac embryonnaire de l'*Orchis latifolius L.*

on peut observer, comme je viens de le dire, les moments d'un accroissement assez rapide de cet élément du cytoplasme.

En faisant tour à tour la comparaison des figures 18, 19, 20, 21 et 22—Pl. VIII, on voit distinctement, au cours de ces stades, une augmentation du nombre des grains minuscules qui représentent le chondriome.

Après l'apparition de la graisse dans le chondriome, une quantité plus grande de ce chondriome disparaît (c'est le stade de la synizèse, ou les premiers moments du pachytène) et il ne reste alors que des grains minuscules dans le cytoplasme. Dans l'espace de temps qui est compris entre pachytène et la diakinèse on voit une augmentation rapide du nombre des grains. Leurs dimensions sont en moyenne les mêmes que celles des granules peu nombreux aux premiers stades du pachytène; en tout bas ils ne sont pas plus petits.

Le trait caractérictique pour cette periode est la grande quantité de petits grains liés entre eux deux par deux, à commencer par ceux, qui se touchent directement, (ce qui leur donne une forme de biscuits) jusqu'à ceux qui sont unis à l'aide d'un court filament coloré en gris. Ce filament atteint souvent une longueur assez considérable. C'est aussi dans les dyades, qu'on rencontre des grains lié de cette même façon, où à côté de ces éléments granuleux commencent à apparaître des chondriocontes sous la forme de courts filaments et de bâtonnets.

D'après Wagner (34), la disposition des grains liés à l'aide d'un très mince filament coloré en gris, pourrait être interprétée comme celle du chondrioconte, qui réaparaît „de novo" dans le cytoplasma et qui commence à se colorer fortement à ses extrémités. Mais il faudrait alors chercher des formes transitoires, c'est à dire celles en forme de courts et noirs filaments liés au milieu à l'aide d'un segment, qui se colore faiblement. Il serait aussi difficile d'expliquer l'augmentation du nombre des grais particuliers.

On observe ces-mêmes grains et ces-mêmes biscuits pour la seconde fois dans la cellule-mère du sac embryonnaire après la seconde phase de l'apparition de la graisse, ainsi que dans le sac à deux noyaux.

Toutes ces données font supposer, conformement à l'opinion de la plupart des cytologistes contemporains (voir Guilliermond 18, p. 147), qu'on a affaire à la multiplication du

chondriome par voie de division et que les grains liés entre eux constituent un stade transitoire, au cours de la division du chondriome, entre le stade correspondant au chondriome en forme de biscuits et deux grains libres.

Ce travail a été exécuté au Laboratoire de Botanique Générale de l'Université de Varsovie sous la surveillance bienveillante de Monsieur le prof. Zygmunt Wóycicki. Je me fais l'agréable devoir de lui exprimer ici mes remerciements les plus sincères pour ses précieux conseils, qu'il a bien voulu me fournir au cours de mes récherches. Je dois également une vive reconnaissance à Monsieur le dr. W. A. Becker, auprès de qui j'ai toujours trouvé, au cours de mon travail, des encouragements et de très utiles indications.

Explication des figures.

Toutes les figures se rapportent aux stades particuliers du développement du sac embryonnaire de l'*Orchis latifolius* L. Elles ont été exécutées à l'aide de l'appareil à dessiner d'Abbe. Pour exécuter celles de 1 à 36, j'ai fait usage de l'objectif à immersion $^{1}/_{12}$ de Reichert et de l'oculaire 25 au grossissement 2500 fois environ. Les préparations microscopiques on été fixés d'aprés la méthode de Lewitsky.

Préparations oxygénées et colorées à l'hématoxyline ferrique de Heidenhain. Dans toutes les figures sauf la figure 10 il y a des coupes verticales de l'ovaire.

PLANCHE VII.

Fig. 1. Stade le plus précoce de la cellule primordiale du sac embryonnaire à l'état initial. Chondriome principalement filamenteux.

Fig. 2. Cellules épidermiques de l'ovule avec des chondriocontes filamenteux (stade correspondant à celui de la fig. 1).

Fig. 3. Fragment de l'ovule avec la cellule primordiale à l'époque d'accroissement. Le chondriome se gonfle et subit une fragmentation. Noyau à l'état de repos.

Fig. 4. Fragment de l'ovule avec la cellule primordiale. A côté des chondriocontes filamenteux, ont voit des formes transitoires des spermatozoïdes et celles des têtards. Noyau à l'état de repos. Dans les cellules épidermiques apparaissent des grains qui constituent la coupe transversale des éléments filamenteux.

Fig. 5. Cellule primordiale.Le noyau est au stade de leptotène et la structure n'est pas prise en considération. On voit une quantité de moins en moins petite de filaments dans le chondriome; une quantité de de plus en plus grande de formes en têtards, de petites plaquettes gonflées à deux extrémités ainsi qu'une quantité de grains aux dimensions considérables.

Fig. 6. Cellule primordiale. Le chondriome est représenté par les mêmes formes que cellui de la figure précédente. On remarque le manque total d'éléments filamenteux.

Fig. 7. Cellule primordiale. La structure du noyau n'est pas prise en considération. Stade du zygotène. Le chondriome à peu près granuleux. A côté de lui ont voit une petite quantité d'anneaux du chondriome, colorés en gris, dans lequel s'est distinguée la graisse.

Fig. 8. Cellule primordiale. La structure du noyau n'est pas prise en considération, Stade du zygotène. A côté des éléments du chondriome, décrits plus haut, on voit des grains augmentés se colorant faiblement en gris.

Fig. 9. Cellule primordiale. Commencement de synizesis. On voit une quantité de plus en plus grande de grains du chondriome coloré en gris.

Fig. 10. Coupe transversale de l'ovule et de la cellule primordiale. La plupart du chondriome constituent des grains aux dimensions considérables, colorés en gris, de petits grains colorés en noir et des plaquettes peu nombreuses. Quelque'uns des éléments en têtards ne sont pas encore transformés,

Fig. 11. Cellule primordiale. Stade de synizesis. Le chondriome constituent: des anneaux colorés en gris (vésicules remplies de graisse), ainsi que des grains minuscules et des plaquettes colorées en noir très peu nombreuses.

Fig. 12. Cellule primordiale. Le même stade que celui de la figure 11. Le chondriome constituent: des anneaux simples, des anneaux liés entre eux, les éléments en forme de raquettes de tennis (tous ces éléments sont plus gros par rapport à ceux de la fig. 11), ainsi que des grains minuscules colorés en noir et des plaquettes très peu nombreuses.

Fig. 13. Cellule primordiale. Le chondriome est représenté par les mêmes formes que celles de la fig. précédente. Le contour des anneaux devient de plus en plus faible.

Fig. 14. Stade correspondant à celui de la fig. 11. On y voit de petites gouttes de graisse peu nombreuse et colorées en brun à l'osmium [1]).

Fig. 15. Cellule primordiale. Stade correspondant à cclui de la fig. 11. Les globules de graisse sont plus gros et plus nombreux. Ils sont colorés à l'osmium [1]).

Fig. 16. Cellule primordiale. Stade correspondant à celui de la fig. 12. Gouttes de graisse plus grosses, et colorées à l'osmium [1]).

Fig. 17. Cellule primordiale. Stade correspondant plus ou moins à celui de la fig. 13. De grosses gouttes de graisse [1]).

---

[1]) Les figures: 14, 15, 16, 17 ont été exécutées d'après les préparations non oxygénés et non colorées à l'hématoxyline ferrique.

PLANCHE VIII.

Fig. 18. Cellule primordiale. Stade du pachytène. Il n'est pas tenu compte du noyau. Le chondriome constituent: des granules particuliers peu nombreux, colorés en noir à l'hématoxyline, des éléments en forme de biscuits et des granules liés à l'aide d'un filament plus court ou plus long.

Fig. 19. Cellule primordiale. Stade du pachytène. A côté des éléments du chondriome décrist plus haut, qui sont en nombre un peu plus grand, on voit un anneau coloré en gris.

Fig. 20. Cellule primordiale. Strepsitène. Le chondriome offre la même structure que celui de la fig. 19, il n'est qu'un peu plus nombreux.

Fig. 21. Cellule primordiale. Dyacinèse. Le chondriome y est représenté par les mêmes formes que celui des figures précédentes avec cette différence seulement qu'il y est plus nombreux.

Fig. 22. Cellule primordiale. Métaphase de la mitose hétérotypique. Chondriome pareil à celui de la figure précédente. On le voit réparti uniformement dans le cytoplasme.

Fig. 23. Cellules de la dyade immédiatement après la mitose. Chondriome reste le même. Quantité de grains liés, moins nombreuse.

Fig. 24. Cellules de la dyade. Chondriome représenté en majeure partie par de petites mitochondries granuleuses. Grains liés sont très peu nombreux. Les chondriocontes réaparaissent sous la forme de bâtonnets courts et colorés en noir.

Fig. 25. Cellules de la dyade au stade de la mitose homéotypique. Grains moins nombreux que ceux de la fig. 24. Chondriocontes plus nombreux et en forme de longs et de minces bâtonnets et de filaments onduleux et avec de petits renflements sur un ou plusieurs points de leur traget.

Fig. 26. Cellules de la dyade. La cellule interne de la dyade est au stade de télophase. Dans la cellule interne en dégénérescence on voit une plaque équatoriale. Le chondriome est en forme de tètards et de poires, de gros et petits grains et des bâtonnets courts et peu nombreux.

Fig. 27. Trois cellules de la tétraspore. Chondriome en général le même que celui de la figure précédente.

Fig. 28. Cellule-mère. Stade de repos. Chondriome à peu près granuleux. Deux tétraspores dégénèrent. Tétraspore centrale colorée en noir. Tétraspore extérieure est au stade de l'anaphase. On y voit de gros grains du chondriome colorés en noir.

Fig. 29. Cellule-mère. Même stade que celui de la fig. 28. Chondriome plus clair (visible) que celui de la figure précédente.

Fig. 30 et 31. Cellule-mère et deux tétraspores dégénérescentes. Fig. 30. Préparation fortement différenciée. Noyaux incolores. On n'apercoit qu'une partie du chondriome qui au cours de ce stade remplit la cellule-mère. Le chondriome est sous la forme d'éléments aux dimensions considérables, fortement renflés et colorés en gris. La fig. 31 représente des grains minuscules, des éléments en forme de biscuits et des grains liés entre eux qui constituent la seconde partie du chondriome, à savoir la partie moins nombreuse. On aperçoit tout cela sur la préparation plus fortement colorée.

PLANCHE IX.

Fig. 32. Cellule-mère et tétraspores dégénérescentes. On y voit des anneaux très nombreux (surtout dans les tétraspores) et des éléments en forme de raquettes de tennis, colorés en gris.

Fig. 33. Cellule-mère et cellules dégénérescentes, remplies de gouttes de graisse. Cette dernière est colorés à l'osmium. Préparation non oxygénée et non colorée. Elle correspond à celle de fig. 32.

Fig. 34. Sac embryonnaire à deux noyaux. Cellules extérieures des tétraspores en état de dégénérescence. Elles sont toutes couvertes de l'hématoxyline. Préparation fortement différenciée. Il n'est resté du chondriome que des anneaux colorés en gris. Apparaissent des vacuoles.

Fig. 35. Stade correspondant à cellui de la fig. 34. Préparation plus fortement colorée. On n'y voit plus d'anneaux, on voit au contraire de petits grains et des éléments pareils à ceux de la fig. 31. Dans la disposition des grains on voit une polarité.

Fig. 36. Sac embryonnaire à deux noyaux. Même stade que celui des figures 34 et 35. Préparation non oxygénée et non colorée. On y voit des gouttes de graisse. Leur nombre dans le sac embryonnaire est beaucoup plus petit qu'il n'était dans la cellule-mère de la fig. 33.

Fig. 37. Stade correspondant à celui de la figure précédente, colorée à l'hématoxyline. Le chondriome constituent des anneaux colorés en gris. Grossissement 1230 fois environ.

Fig. 38. Sac à cinq noyaux. La graisse est colorée à l'osmium. On voit une polarité dans la disposition des gouttes. Grossissement 1230 fois environ.

Fig. 39. Cellules épidermiques de l'ovule au stade précoce de la cellule primordiale. Coloration vitale au vert Janus de petits grains. Immersion $^1/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Fig. 40. Fragment de l'ovule avec la cellule primordiale augmentée. Dans les cellules épidermiques ainsi que dans la cellule primordiale on voit des grains du chondriome, colorés au vert Janus. Immersion $^1/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Fig. 41. Fragment de l'ovule avec la cellule primordiale augmentée. Cellules épidermiques avec des vacuoles colorées au rouge neutre. Le chondriome constituent des grains minuscules colorés au vert Janus. Immersion $^1/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Fig. 42. Fragment de l'ovule. Cellules épidermiques. On n'y voit pas de membranes cellulaires. Vacuoles colorées au rouge neutre. Chondriome coloré au vert Janus, souvent il est rangé en forme de chaînettes. Immersion $^1/_{12}$ de Reichert, oculaire comp. 8, grossissement 1350 fois environ.

Fig. 43. Ovule avec la cellule primordiale augmentée. Vacuoles colorées au rouge neutre. Chondriome coloré au vert Janus. Immersion $^1/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Fig 44. Fragment de l'ovule. Dans les cellules épidermiques on voit des vacuoles colorées au rouge neutre. A côté du chondriome, coloré au vert Janus, on voit des gouttes de graisse incolores. Immersion $^{1}/_{12}$ de Reichert, oculaire comp. 8, grossissement 1350 fois environ.

Fig. 45. Cellule primordiale avec des gouttes de graisse colorées au Sudan III et avec des grains minuscules du chondriome. Immersion $^{1}/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Fig. 46. Cellule primordiale. Multitude de gouttes de graisse incolores. Petits grains du chondriome moins nombreux et colorés au vert Janus. Dans les cellules épidermiques on voit des vacuoles. Immersion $^{1}/_{12}$ de Reichert, oculaire 10, grossissement 1000 fois environ.

Littérature.

1. Emberger L. „Observations cytologiques sur la bulbe de *Lilium candidum* L.." C. R. Ac. Sc., T. 179, 1924, p. 344.
2. — „Sur la réversibilité des plastes chez les végétaux". C. R. Ac. Sc., T. 181, 1925, p. 879.
3. — „Nouvelles recherches sur le chondriome de la cellule végétale". Rev. Gén. Bot., T. 37, 1927.
4. Guilliermond A. „Nouvelles observations vitales sur le chondriome des cellules épidermiques de la fleur d'*Iris germanica*, No. 2. Production de globules graisseux au sein des mitochondries et des plastes. Fixation du chondriome". C. R. Soc. Biol. T. 78, 1915, p. 245.
5. — „Sur le caractère du chondriome dans les premiers stades de la différenciation du sac embryonnaire de *Tulipa suaveolens*". C. R. Soc. Biol., T. 82, 1919, p. 976.
6. — „Sur les éléments figurés du cytoplasme". C. R. de Séances de l'Acad. des Sc., T. 170, 1920, p. 612.
7. — „Sur l'évolution du chondriome pendant la formation des grains de pollen de *Lilium candidum*". C. R. des Séances de l'Acad. des Sc., T. 170, 1920, p. 1003.
8. — „Sur la coëxistence dans la cellule végétale de deux variétés distinctes de mitochondries". C. R. Soc. Biol., T. 83, 1920, p. 408.
9. — „Nouvelles remarques sur la coëxistence de deux variétés de mitochondries dans les végétaux chlorophylliens". C. R. Soc. Biol., T. 83, 1920, p. 1046.
10. — „Sur les caractères et l'évolution du chondriome dans les végétaux chlorophylliens". C. R. Soc. Biol., T. 84, 1921, p. 197.
11. — „Sur les éléments figurés du cytoplasme chez les végétaux: chondriome, appareil vacuolaire et granulation lipoïdes". Arch. Biol., T. XXXI, 1921, p. 1

12. Guilliermond A. „Sur la formation des grains d'aleurone et de l'huile dans l'albumen de Ricin". C. R. Soc. Biol., T. 86, 1922, p. 434.

13. — „Sur l'origine et la signification des oléoplastes". C. R. Soc. Biol., T. 86, 1922, p. 437.

14. — „Remarques sur la formation des chloroplastes dans le bourgeon d'*Elodea canadensis*". C. R. des Séances de l'Acad. des Sc., T. 175, 1922, p. 283.

J5. — „Sur la coloration vitale des chondriosomes". C. R. Soc. Biol., T. 89, 1923, p. 527.

16. — „Nouvelles observations sur l'évolution du chondriome dans le sac embryonnaire des Liliacées". C R. des Séances de l'Acad. des. Sc., T. 177, 1923, p. 1138.

17. — „Recherches sur l'évolution du chondriome pendant le développement des grains de pollen et du sac embryonnaire chez les Liliacées et sur la signification des formations ergastoplasmiques". Ann. Sc. Nat. Bot., T. 6, 48, 1924.

18. — „La structure de la cellule végétale". The memorial publication in honor of the 100th Birthday of J. G. Mendel issued by the Czechoslovac eugenics Society in Prague, 1925.

19. — „Le chondriome de la cellule végétale. A propos d'un article récent de M Pavillard". Arch. Bot. Bull. Mens., T. 1, No. 8—9, 1927.

20. Guilliermond A., Mangenot G. et Plantefol L. Traité de cytologie végétale. Le François 1933.

21. Landreyt F. „Le chondriome des cellules adipeuses". C. R. Soc. Biol., T. 82, 1919, p. 375.

22. Luxemburg A. „Recherches cytologiques sur les grains de pollen chez les Malvacées". Bull. de l'Acad. Pol. des Sc. et Let., Série B., 1927, p. 363.

23. Mangenot G. „Sur les formations graisseuses des Vaucheria". C. R. Soc. Biol., T. 83, 1920, p. 982.

24. Maximow. „Sur la structure des chondriosomes". C. R. Soc. Biol., T. 79, 1916, p. 465.

25. Motte J. „Contribution à la connaissance cytologique des Muscinées". Ann. Sc. Nat. Bot., 20, 298, 1928.

26. Nadson G. A. „Le chondriome est la partie la plus sensible aux rayons X". C. R. Soc. Biol., T. 95, 1926, p. 378.

27. Noël R. „Sur un mode d'élaboration de graisse osmioréductrice dans la cellule hépatique de souris blanche". C. R. Soc. Biol., T. 85, 1921—1922, p. 1930.

28. Orman E. „Recherches sur les différenciations cytoplasmiques". La Cellule, T. 28, 1912.

29. Py G. „Recherches cytologiques sur l'assise nourricière des grains de pollen d'*Helleborus foetidus*, *Euphorbia Santia* et *E. Pélus*" C. R. Acad. Sci., 1929.

30. P y G. „Recherches cytologiques sur l'assise nourricière des microspores et les microspores des plantes vasculaires". Rev. Gén. de Bot., 44, Nr. 525, 1932.
31. V e r m o e s e n C. „Contribution à l'étude de l'ovule, du sac embryonnaire et de la fécondation dans les Angiospermes". La Cellule, T. 27, 1911, p. 115.
32. W a g n e r N. „Sur les chondriosomes et les plastides pendant la formation du pollen chez *Veratrum album* L. var. *Lobelianum* Ber". Mém .Soc. Nar. Kiew., XXV, 1915.
33. — „Evolution du chondriome pendant la formation des grains de pollen chez les Angiospermes". Biol. Gener., Band. III., Heft 1/2, 1927.
34. — „Sur la formation „de novo" des chondriosomes dans le cytoplasme des cellules-mères des grains de pollen chez les Angiospèrmes". Biol. Gener., Bd. III, H.3, 1927.
35. W ó y c i c k i Z. „Sur les cristalloïdes de noyaux et les oleoplastes chez *Ornithogalum caudatum*". Bull. Acad. Pol. Sci. et Let., 1929.

F. X. SKUPIENSKI
Institut de Botanique Génér. de l'Univ. de Varsovie.

INFLUENCE DU GOUDRON SUR LE DÉVELOPPEMENT DE CERTAINS CHAMPIGNONS. I. *CLADOSPORIUM HERBARUM* LINK. PHÉNOMÈNES MORPHOLOGIQUES.

La littérature scientifique est riche en publications concernant l'influence de différents composés chimiques sur le développement des plantes tout entières ou tout au moins sur le comportement des cellules végétales en présence de ces mêmes facteurs.

Parmi les composés chimiques, employés depuis longtemps par différents botanistes (Johansen, Nemec, Z. Wóycicki et d'autres), sont: l'éther, le chlorophorme et le chloralhydrate.

C'est surtout l'action nocive de ces composés sur la division cellulaire (caryocinèse) chez différentes espèces de plantes qui fut étudiée.

Les composés chimiques, que je viens de citer, ne manifestent qu'une légère action sur le comportement morphologique des éléments cellulaires sur lesquels ils agissent; leur action se réduit au terrain cytoplasmatique et nucléaire.

Tout autre caractère possèdent les recherches concernant l'influence du groupe —SH sur le comportement de la cellule animale vivante. Hammett (1929) a démontré que le —SH constitue le stimulant essentiel de la division cellulaire. Hammett et Reimann (1929) ont constaté l'accé-

lération de la cicatrisation des plaies chez les rats et chez l'homme sous l'influence du —SH.

Reimann (1930) a fait une série d'expériences avec des rats et des souris, ayant traité les tissus d'une portion de ces animaux avec une solution de 3% de tiocrésyle dans l'acool à 95% et d'une autre portion avec la solution de crésyle. Il a pu constater que les tissus épithéliaux des individus, frottés avec le tiocrésyle, se sont épaissis deux, trois et quatre fois en comparaison avec les mêmes tissus, traités de crésyle et les tissus non traités (de contrôle). L'épaississement du tissus épithélial fut occasionné par la prolifération des cellules. Le nombre de figures de division est beaucoup plus grand dans les tissus traités de tiocrésyle que dans les tissus non traités de ce composé chimique. Dans les tissus traités de tiocrésyle les cellules sont plus grandes, les fibres plus longues et plus épaisses et les vaisseaux plus larges. L'influence stimulatrice du groupe —SH est bien visible.

La question de la prolifération des cellules animales sous l'influence du groupe —SH touche de près la question du cancer, obténu artificiellement par des applications du goudron sur la peau d'un animal (rat ou lapin p. ex.). Dépuis Yamagiwa et Itchikawa (1914) qui les premiers ont réussi à obtenir un cancer typique de la peau du lapin par les badigeonnages répétés avec le goudron, le nombre de travaux, concernant le cancer artificiel, va en augmentant. On se posait toujours la question: quels composés chimiques dont est combiné le goudron ont la propriété cancérigène. Ce sont les trois savants anglais: Burrows, Hieger et Kennaway qui ont réussi à extraire du goudron une substance, le 1:2:5:6 dibenzanthracène, douée de pouvoir cancérigène [1]. Cette substance, appliquée sur la peau ou injectée sous la peau d'un animal, provoque l'apparition d'un cancer épithélial ou d'un cancer conjonctif.

On connait également les maladies cancéreuses dans le monde végétal. Les causes de ces maladies paraissent être différentes. La mieux étudiée est la maladie appelée „Crown-gall" ou galle du collet, répandue surtout en Amérique. Cette

[1]) J'ai eu connaissance de cette découverte en lisant l'article de P. Nolf: „De la nature du cancer", publié dans le Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique 17, 1932. Nolf ne fournit pas de tate de cette découverte.

maladie est attribuée dépuis longtemps (E. Smith, 1912) à une bactérie, le *Bacterium tumefaciens.* Les tumeurs, provoquées par cette bactérie, sont d'abord molles, mais plus tard elles durcissent. Chaque tumeur est constituée de cellules irrégulières, disposées d'une façon caractéristique. Il y eu tendances de comparer ces tumeurs végétales avec celles des animaux supérieurs et de l'homme. Mais si on connait bien à présent la cause essentielle des tumeurs végétales (*B. tumefaciens*), celle des tumeurs des animaux supérieurs n'a pu jusqu'à présent être établie. Dans les deux cas il s'agit de prolifération et d'accroissement désordonnés de cellules sous l'influence d'un stimulant quelconque. Cette prolifération est accompagnée de modifications (perturbations) d'ordre cytologique et physico-chimique des éléments en croissance.

Mais si on a pu provoquer la formation des tumeurs artificielles chez les animaux supérieurs, on n'a fait jusqu'à présent, à ma connaissance, aucune tentative de provoquer de pareils phénomènes chez les végétaux par l'application du goudron.

En étudiant l'influence toxique de différents composés chimiques sur les champignons destructeurs du bois, j'ai pu constater que parmi ces composés le goudron se distingue par des propriétés particulières. Obtenu par la distillation de la houille, il est employé actuellement en une large mesure pour la préservation (imprégnation) du bois de construction et des traverses contre les attaques de différentes especes de champignons (*Merulius*, *Coniophora*, *Poria*, *Lentinus* et d'autres).

Le goudron seul ou mélangé avec d'autres produits chimiques (chlorure de Zn, dinitrophénol p. ex.), constitue un très bon agent de conservation des traverses. Auparavant on employait pour l'imprégnation du bois le produit global de la distillation, aujourd'hui le goudron, provenant de la distillation, est fractionné en deux parties: huiles lourdes, servant pour la fabrication de l'huile de créosote (appelée comunément goudron) et des produits légers, servant à la fabrication des matières colorantes et des combustibles.

Ces huiles contiennent un ou plusieurs composés chimiques non identifiés, doués d'un grand pouvoir toxique envers les champignons. Ces composés sont volatils car ils peuvent à distance tuer une culture de champignon, destructeur du

bois ou d'une moisissure. L'action morbide du goudron se traduit par l'arrêt de la croissance des thalles, par le changement de la couleur de ces derniers et finalement par la mort plus ou moins rapide (suivant l'espèce) du champignon en culture. D'ailleurs l'histoire plus détaillée de l'influence du goudron sur le développement des Basidiomycètes, mentionnés plus haut, sera donnée par moi dans un travail spécial. Dans cette note je veux uniquement présenter quelques détails sur les modifications morphologiques de *Cladosporium herbarum* Link, champignon du groupe des Imparfaits, sous l'influence du goudron. Ce champignon, très commun, peut vivre tantôt en parasite, tantôt en saprophyte. Comme parasite il constitue l'agent de la maladie appelée „noir des Céréales", attaquant surtout le Blé pendant l'été humide. Le mycélium abondamment cloisonné de ce parasite pénètre les feuilles, les glumes les épis et les grains. Ses fructifications peuvent se faire d'aprè, deux formes: forme *Hormodendron*, quand d'un petit stroma, renfermé à l'intérieur du tissu parasité, sort au dehors, par les stomates, des conidiophores portant des chainettes de conidies (Pl. XI fig. 11) et forme *Dematium pullulans* quand la formation des conidies peut se faire sur toute la longueur du mycélium (Pl. XI fig. 10). Le même champignon peut vivre en saprophyte sur toute sorte de substratums organiques. Il se laisse très facilement cultiver en cultures pures sur différents substratums synthétiques comme p. ex. sur la gélose au bouillon de carotte et de pomme de terre ou sur la gélose au moût de bière. En culture pure le thalle de ce champignon, cultivé à partir de spores, est au commencement de couleur grise à bordure claire, mais il devient vite vert olive et noircit progressivement avec l'âge de la culture .

C'est un pur hasard qui m'a amené à étudier ce champignon. En vérifiant un jour les cultures de *Coniophora cerebella*, cultivées en présence d'une tablette de bois de pin, imprégnée de goudron, j'ai trouvé avec surprise, sur le substratum gélosé, à proximité du thalle de ce champignon et assez loin de ta tablette goudronée, un complexe entièrement noir et conique, rappelant un tas de coke. L'analyse microscopique m'a permis de constater que ce complexe fut composé d'éléments plus ou moins sphériques, liés entre eux et rappelant vaguement des spores d'un myxomycète (*Dydymium xanthopus*

p. ex.). Ces éléments sont tellement serrés entre eux qu'il est très difficile de définir leur grandeur et leur forme; pour cela il faut examiner le bord même du complexe où les éléments particuliers se séparent plus facilement et sont par conséquant mieux visibles. J'ai pu néanmoins constater que ces éléments sont des cellules à membrane très épaisse, stratifiée et colorée en brun foncé. L'épaisseur de cette membrane empêche de voir la structure interne de la cellule. J'ai pu également constater que les complexes cellulaires sont enveloppés par une membrane commune très épaisse et composée de couches stratifiées (Planche XI fig. 7).

Un pareil complexe est très hygroscopique car mis dans l'eau il l'absorbe avidement. Tout à fait autrement se comporte un thalle normal du champignon en question: une goutte d'eau, mise à sa surface, coule comme sur une plaque graissée et pour l'observer aisement au microscope, dans une goutte d'eau, il faut préalablement le traiter d'un peu d'alcool.

L'analyse dont je viens présenter les resultats ne m'a pas permis de déviner en présence de quel organisme je me suis trouvé. Pour sortir de l'incertitude, j'ai transplanté un fragment de complexe sur le milieu frais, composé de gélose au moût de bière à $4^0/_0$. Au bout de 24 h. j'ai pu constater que ce fragment a fourni une plaque circulaire de couleur grisverdâtre, à bordure claire, composée de myceliums enchevêtrés (Planche X fig. 4B) et formant des conidiospores. L'analyse plus detaillée du champignon en question m'a mis en présence de *Cladosporium herbarum* Link. Il devient clair qu'une conidiospore a du pénétrer par hasard pendant le montage de la culture de *Coniophora* et elle y a pris un développement anormal sous l'influence du goudron, contenu dans la tablette de bois.

Ayant découvert l'agent de ce curieux phénomène, j'ai monté tout de suite de nouvelles cultures pures avec les conidiospores nouvellement formées. Comme substratum j'ai utilisé encore la gélose au moût de bière à $4^0/_0$. Les cultures furent divisées en trois groupes dont l'un constituait le groupe témoin, les cultures du deuxième groupe ont reçu chacune, tout de suite après l'ensemencement, quelques gouttes de goudron, déposées dans le fond du bloque de la gélose et loin de l'endroit où furent piquées les conidiospores; les cultures du troisième groupe ont reçu chacune quelques gouttes de goudron mais seulement 48 heures après l'ensemencement de

spores et quand celles-ci ont déjà fourni d'abondant mycéliums, formant un disque circulaire. Les résultats, au bout de 72 heures, dépuis l'ensemencement de conidiospores, sont très différents dans les trois groupes de cultures. Les cultures témoins présentent des disques mycéliens de couleur gris-vergâtre á bordure claire et mesurant environ 3 mm de diamètre. Ces disques *sont plats* et présentent des plis radiaux et un plis circulaire, entourant le centre. Dans le deuxième groupe de cultures, dans lesquelles le goudron fut introduit tout de suite après l'ensemencement de conidiospores, j'ai constaté deux catégories de faits: une partie de cultures ne présente aucun développement du champignon, tandis que quelques cultures ont fourni au lieu des disques plats et circulaires, comme dans les cultures témoins, des conglomérats noirs dont je viens de parler plus haut. Il est bien entendu difficile de comprendre pourquoi dans certaines cultures il se forme des conglomérats décrits plus haut, tandis que les autres cultures ne donnent aucun signe de vie. Les cultures du troisième groupe présentent au bout du même temps et 24 heures après l'introduction du goudron, l'aspect tout à fait différent. Très vite, après l'introduction du goudron, les plaques mycéliennes ternissent, se rétractent et leurs bords s'enfoncent dans le substratum. Au bout de trois jours, après l'introduction du goudron, les plaques mycéliennes se soulévent, s'ouvrent dans le centre et il se forme progressivement un anneau de couleur noire qui se remplit petit à petit par les cellules proliférées.

Si on introduit l'huile de goudron dans une culture âgée de plusieurs jours, (quand le thalle occupe toute la surface du substratum), à la surface de celui-ci apparaissent de nombreux points noirs, qui grossissent progressivement et deviennent des complexes décrits plus haut (Pl. X fig. 1).

Au cours de mes longues observations j'ai pu établir les faits suivants: Les cultures de *Cladosporium*, montées sur un substratum pauvre en substances nutritives (gélose au moût de bière à 0,5°/$_0$) ne donnent jamais, après l'introduction du goudron, de phénomènes de prolifération des cellules (complexes noirs). Les cellules mal nourries meurent tout simplement asses vite sous l'influence de ce facteur. Quand je dépose le goudron directement dans le fond du substratum (gélose au moût de bière à 4°/$_0$), dans les tubes à essai, deux

cas peuvent se présenter: quand il y a de l'eau de condensation au fond du tube le goudron introduit tombe dans le fond et il reste complètement couvert par cette dernière; dans ce cas la germination de spores et le développement du thalle ne subissent qu'une légère perturbation. Celui-ci pousse presque normalement, sa couleur habituelle ne change pas. Quand l'eau de condensation est retirée avant l'introduction du goudron et celui-ci est en contact avec l'air, l'évolution duchampignon est dirigée vers la formation de complexes, décrits plus haut. Il est donc clair que l'eau de condensation arrête la substance qui provoque la multiplication irrégulière des cellules.

Il se pose maintenant la question quelle est la nature des corps (ou du corps) qui provoquent la prolifération des cellules? Ces corps ne sont certainement pas toxiques car ils ne tuent pas les cellules mais seulement ils agissent d'une façon mystérieuse sur leur état d'équilibre physiologique, pareillement à ce qui a lieu dans les cancers d'animaux. Mais j'ai pu constater également que tous les échantillons de goudron que j'ai eu à ma disposition ne fournissent pas les mêmes résultats: certains échantillons n'impriment aucune influence sur le développement du champignon; celui-ci pousse aisément sur toute la surface du substratum sans changer ni sa couleur normale ni sa forme; en présence des autres échantillons le champignon meurt tout simplément asphyxié par leurs produits volatils; en présence enfin des autres échantillons le champignon se transforme en conglomérat, décrit ci-dessus. Cela prouve que le corps (ou les corps), provoquant la formation de ce dernier, n'existent pas dans toutes les fractions du goudron, obtenues par la distillation fractionnée de la matière première, tirée de la houille. La majorité de composés conténant le soufre (Thiophène, Thioxène, Thiotolène, Sulfure de Carbone) se trouvent dans la fraction légère du goudron dont le poids spec. est égal à 0,91 — 0,95. Mais comme la fraction en question n'est pas employée pour l'imprégnation du bois (et dont je n'ai eu par conséquant jamais d'échantillons) l'influence directe des composés chimiques, énumérés ci-dessus, sur la production des conglomérats doit être écartée. On peut néanmoins admettre que pendant la distillation certaines quantités de composés énumérés plus haut et contenus dans la fraction légère peuvent passer dans les fractions plus lourdes et provoquer la prolifération irré-

gulière de cellulés du champignon. Autrement on ne pourrait pas s'expliquer pourquoi certains échantillons de la même fraction, mais provenant de différentes distilleries, provoquent la formation de conglomérats et les autres n'en provoquent pas.

Mais en présence du fait, que les proliférations irrégulières de cellules sont provoquées par un ou plusieurs composés volatils, on se demande si elles sont vraiment provoquées par des composés contenant du soufre ou par d'autres, dépourvus de ce corps? Ce problème, extrêmement délicat et hérissé de difficultés d'ordre technique, sera, je l'espère, à force de patience, résolu positivement.

Observations vitales de la structure des cellules, constituant les complexes est, comme je viens de dire plus haut, entièrement impossible à cause de l'extrême grosseur de leurs membranes qui masquent complètement la structure du protoplasme. L'unique observation possible de ces cellules est après la fixation préalable du materiel et coloration d'après les méthodes cytologiquec courantes. Un essai préliminaire de la fixation d'un fragment de complexe avec le mélange de Nawachine et coloration avec l'hématoxyline ferrique m'a permi de constater que chaque complexe est formé d'agglomération de cellules enveloppées d'une grosse membrane et que ces cellules sont à l'état de divisions actives qui se passent en différentes directions, tout à fait comme dans les tissus cancéreux animaux.

L'analyse chimique et l'origine de la grosse membrane, le caractère de la division des cellules en prolifération, constituant l'essence des questions touchant au problèmes des cancers, feront l'objet d'une prochaine publication spéciale.

Les phénomènes de la prolifération irrégulière des cellules de *Cladosporium* possèdent, en présence des faits annoncés par Hammett, Reimann, Burrows, Hieger, Kenneway et d'autres, bien des points communs avec les phénomènes qui se passent pendant la formation des tissus cancéreux chez les animaux. Mais il y a également une différence dans le mode d'obtention de cancers artificiels chez les animaux et la prolifération cancéreuse de cellules de *Cladosporium*; dans le premier cas on applique directement le goudron ou ses extraits contre le tissu de l'animal et dans le deuxième

cas ce sont les substances volatiles seules qui suffisent pour provoquer cette prolifération.

Je considère que cette découverte de l'action à distance du goudron sur un organisme vivant, même que ce soit un champignon imparfait, doit constituer une indication précieuse dans les recherches sur le cancer.

Résumé.

1. Le goudron, obtenu par la distillation de la houille, constitue un des meilleurs agents, employés dans la lutte contre les champignons déstructeurs du bois.

2. Les différentes espèces de champignons réagissent de différentes manières sur la présence du goudron: les uns sont tués dans un court délai, les autres arrètent leur développement sans perdre leur vitalité et les autres enfin ne réagissent que très faiblement en conservant toujours leur pouvoir de croissance normale.

3. *Cladosporium herbarum* se comporte d'une façon spéciale en présence du goudron. Ses cellules qui, dans les conditions normales, se divisent dans une seule direction en formant des myceliums le long desquels il se forme les bouquets de conidiophores, portant des conidiospores ou des spores isolées, se multiplient en présence du goudron dans plusieurs direction en donnant des agglomérations de cellules, autour desquelles il se forme une forte membrane stratifiée. La croissance de cette agglomération au lieu de se faire en sens horisontal (comme dans la croissance sans goudron) se fait en sens vertical tout pareillement comme dans la prolifération des tissus cancéreux animaux. Il n'y a pas de formation ni de myceliums ni de conidiospores.

4. La modification du plan de la multiplication des cellules de *Cladosporium* se fait sous l'influence d'un ou de plusieurs composés volatils non identifiés jusqu'à présent. D'après les recherches de Hammett et de Reimann ce sont les composés chimiques, contenant le groupe —SH dans leur structure qui constituent les stimulans essentiels de la multiplication plus forte des cellules animales. Burrows, Hieger et Kannaway ont réussi à extraire du goudron une sub-

stance à l'état pur: le 1:2:5:6 dibenzanthracène qui provoque la croissance irrégulière des cellules animales.

5. La prolifération irrégulière des cellules sous l'influence du goudron a lieu seulement sur un substratum riche en substance nutritive (gélose au moût de bière à $4^0/_0$) et elle est nulle sur un substratum pauvre en substances nutritives (le moût de bière à $0,5^0/_0$).

Bibliographie.

1. Arnaud Gabriel et Madeleine. (1931) — Traité de Pathologie végétale. Encyclopédie mycologique. Paul Lechevalier et Fils, Paris.
2. Hammett F. S. (1929) The chemical stimulus essential for growth by increase in cell number. Protoplasma, **7**, 297—322.
3. — (1931) — The proliferative reaction of the skin to sulfhydryl and its biological significance, **13**, 331—347.
4. Hammett F. S. and Reimann S. P. (1929) — Cell proliferation response to sulfhydryl in mammals. Journ. Exp. Med. **50**, 445 — 448.
5. Nolf P. (1931) — De la nature du Cancer. Bull. de la Classe des Sciences de l'Académie r. de Belgique. 5 Série. **18**, 1177 — 1203.

Explication des planches.

PLANCHE X.

Fig. 1. Culture de *Coniophora cerebella* (a) en présence d'un morceau de bois imprégné de goudron (b). A côté de *Coniophora* il y a de nombreaux points noirs (c) — ce sont des agglomérations de cellules, provenant de la modification des myceliums normaux de *Cladosporium* sous l'influence du goudron. Grandeur natur.

Fig. 2. Développement d'une agglomération dans la boîte de Petri, à partir des spores et en présence du goudron. Grandeur natur.

Fig. 3. Développement d'une agglomération dans une éprouvette sur la gélose au moût de bière à $4^0/_0$ et en présence du goudron: (A) vu de face et (B) vu de profil. Grandeur natur.

Fig. 4. Cultures normales de *Cladosporium* sur gélose au moût de bière à $4^0/_0$, agée de 6 jours: (A) à partir de spores et (B) à partit d'un fragment de conglomérat. Gandeur natur.

Fig. 5. Fragment de conglomérat en préparation microscopique. Grossi env. 528 fois.

PLANCHE XI.

Fig. 6. Fragment d'un autre conglomérat, sur lequel on distingue la grosse membrane externe, enveloppant les cellules proliférées. Grossi env. 528 fois.

Fig. 7. Point (A) de la figure précédente grossi env. 2.300 fois. On voit la stratification de la grosse membrane.

Fig. 8. Coupe microtomique d'un fragment de conglomérat, présentant des alvéoles formées par la grosse membrane, sous l'influence du goudron, dans lesquelles se trouvent les cellules irrégulières en prolifération. Grossi env. 220 f.

Fig. 9. Myréliums en plein développement normal. Grossi env. 528 f.

Fig. 10. Filaments mycéliens formant des conidies. Grossi env. 528 fois.

Fig. 11. Fructifications normales de *Cladosporium herbarum*. Grossi env. 220 fois.

F. X. SKUPIEŃSKI

Institut de Botanique Générale
de l'Université de Varsovie.

QUELQUES RÉMARQUES SUR *LYCOGALA FLAVO-FUSCUM* ROST.

Lycogala flavo-fuscum Rost. est une de plus rares espèces parmi les Myxomycètes ce qui est constaté par tous les collectionneurs de ces organismes et mentionné dans toutes les monographies.

Rostafiński dans sa belle Monographie sur les Myxymycètes [1], en parlant de la distribution de *Lycogala flavo-fuscum*, dit seulement qu'elle a été récoltée par lui à Kłódno aux environs de Varsovie, par Ehrenberg à Berlin, par de Bary à Halle, par Wallroth en Turinge et par Cauvin à Pontiny; mais il ne parle pas sur quel substratum elle a été trouvée. Dans la Monographie bien connue de Lister [2] nous trouvons déjà beacoup plus de renseignements sur la distribution géographique de cette espèce et sur le caractère du milieu sur lequel on l'avait trouvée.

Ainsi en Angleterre, où cette espèce est largement distribuée, on l'avait trouvé dans différentes contrés sur le bois pourri et spécialement dans les creux des troncs d'Orme. A part la Suède, la France, l'Allemagne, la Pologne et l'Australie, cette espèce fut également récoltée dans la Pro-

---

1) J. Rostafiński: Śluzowce, 1875.

2) Arthur et Gulielma Lister: A Monograph of the Mycetozoa, 1925.

vince du Cape, au Ceylan, au Japon et en Amérique du Nord et du Sud.



Fig. 179.
Fructifications de *Lycogala flavo-foscum* Rost. Grandeur naturelle.

Au sujet de la distribution de *Lycogala flavo-fuscum* en Amérique du Nord Macbride [1]) écrit qu'elle est la plus abondante dans la Vallée de Mississipi, mais il ne dit pas un mot au sujet du substratum, sur lequel on l'a récoltée dans cette partie du monde.

Les publications de ces dernières années sur *Lycogala flavo-fuscum* sont peu nombreuses et elles nous fournissent des renseignements modestes sur la fréquence et la distribution de l'espèce en question. Je puis seulement citer deux travaux celui de: J. Jarocki et de Frank A. Gilbert, parus

---

[1]) Thomas H. Macbride: The North American Slime-Moulds, 1922.

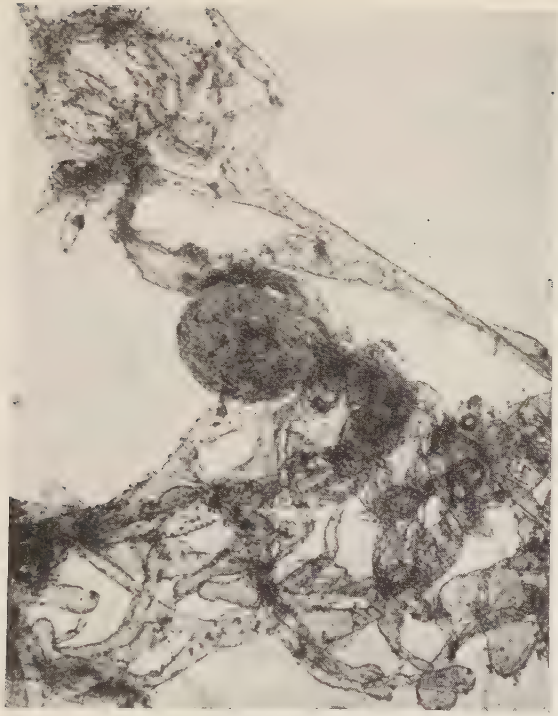


Fig. 180.
Portion de capillitium de *Lycogala flavo-foscum* Rost. × ± 100.

l'un en 1924 et l'autre en 1927. Jarocki[1]) en décrivant les Myxomycètes récoltés par lui à Puszcza Białowieska (Pologne) fait la remarque suivante: *Lycogala flavo-fuscum* Rost. très rare et en exemplaires isolés. Partie réservée, parcelle 370, sur le tronc de *Carpinus betulus*, X - 1922, parcelle 315 sur le tronc pourri de *Carpinus betulus*, 25-VIII-1923.

Franc A. Gilbert dans sa note sur les Myxomycètes récoltés à Massachusetts oriental[2]) dit que *Lycogala flavo-fuscum* est rare dans cette région; il a récolté des éthaliums simples sur une souche morte d'*Acer rubrum*, cinq pieds au dessus de la terre.

---

[1]) J. Jarocki: Śluzowce Puszczy Białowieskiej Część I. Śluzowce z rezerwatu Północnego, Acta Soc. Bot. Pol., **2**, Nr. 3, 1924.

[2]) Frank A. Gilbert; Notes on Myxomycetes from eastern Massachusetts, Rhodora, **29**, 1927.

J'ai eu l'occasion de trouver par trois fois des éthaliums bien formés de l'espèce en question sur le territoire polonais. Pour la première fois je les ai ramassés au mois d'août 1924 dans le district de Łęczyca sur l'écorce de Saule vivant, à la bordure d'une route et à 2 mètres environ audessus de la terre. C'était un seul exemplaire de forme complètement ronde et mesurant environ 1 cm et demi de diamètre. Pour la deuxième fois j'ai trouvé dans le district de Sierpc au mois de juillet 1927 deux éthaliums bien distincts en forme ronde, sur le tronc vivant d'un pommier, à la hauteur d'un mètre et demi de la terre; un exemplaire mesurait 1 cm et l'autre 1 cm et demi de diamètre.

Pour la troisième fois j'ai eu l'heureuse occasion de trouver au mois de septembre 1934 une véritable colonie d'éthaliums, composée d'une dizaine d'exemplaires de différentes grandeurs et de différentes formes sur le tronc vivant d'*Acer negundo*, dans la cour de l'Université de Varsovie, à 4 mètres au dessus du niveau de la terre.

Toutes ces fructifications ont pris naissance sur la portion morte et pourrie du tronc, à la suite du détachement forcé d'une branche par l'orage. Les plus petites mesuraient 1/2 centimètre de diamètre et les plus grandes 3 centimètres de diamètre.

Au point de vue de la structure des éthaliums de *Lycogala*, trouvés par moi, celle-ci correspond exactement à la description fournie par la Monographie de Lister; je considère par conséquent superflu d'en donner des détails.

Mais ce qui a attiré particulièrement mon attention c'est le caractère du milieu dans lequel tous les collectionneurs ont rencontré les éthaliums de *Lycogala flavo-fuscum*: le bois des arbres à feuilles constitue, comme nous le voyons, l'unique substratum au myxomycète en question.

En comparaison avec cette espèce, *Lycogala epidendrum* apparait de préférence sur les troncs morts des Coniféres.

Z. WÓYCICKI

Zakład Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

(Wpłynęło 26.X.1934).

O KOMÓRKACH KRYSZTAŁOWYCH I RAFIDOWYCH U *ASPIDISTRA ELATIOR.*

(Über die Raphiden-und Kristallzellen bei *Aspidistra elatior*).

Wstęp.

Arthur Meyer, opisując wyniki swych badań nad komórkami rafidowemi u *Anthericum ramosum*, wyraźnie podkreśla, że wiadomości naszych, dotyczących rzeczonych komórek, w żadnym razie nie możemy uważać za wyczerpane. Główny zaś nacisk kładzie pomieniony autor na zagadnienia, dotyczące stosunku plazmy do kryształów w zupełnie starych komórkach, które to pytanie pomimo badań Kohla (1899) i własnych uważał za całkowicie nierozstrzygnięte [1]).

Starali się odpowiedzieć na nie Becker i Ziegenspeck (1931) w badaniach nad komórkami rafidowemi u *Anthurium* i *Cissus.* Zdaniem ich plazmatyczne przęsła, na których zawieszone są wiązki kryształów, w ostatnich fazach rozwoju komórek rafidowych zanikają wraz z plazmą przyścienną i jądrem w niej spoczywającem [2]).

---

[1]) Pisze on: „Vorzüglich müszte die Frage, ob die Raphidenbündel auch in ganz alten Zellen noch an Zytoplasmafäden aufgehängt sind, an gefärbten Mikrotomschnitten entschieden werden". L. c., p. 379.

[2]) L. c., p. 91.

Obaj autorowie są tego zdania, że pierwszą oznaką wyróżnicowywania się komórki rafidowej jest bardzo intensywna emisja z jąderka pewnych substancyj w postaci ziaren na teren jądra [1]). Później lub równocześnie z powyższem zjawiskiem następują zmiany w plazmie, prowadzące do tego, że nabiera ona charakteru bardzo regularnej siatki [2]). Bezpośrednio po tem w plazmie występuje śluz, w którym wybuchowo powstają rafidy [3]). Na ten fakt autorowie kładą specjalny nacisk mówiąc „Es sei aber noch einmal ausdrücklich betont, dass die Raphiden nicht „in unmittelbarer Kernnähe" ihren Ursprung nehmen, sondern im Schleime" [4]).

Jądro według Ziegenspecka i Beckera początkowo nie pozostaje w żadnej styczności ze śluzem i dopiero wówczas kontakt taki daje się zaobserwować, kiedy zostanie zużyta dzieląca je od siebie plazma [5]).

W zakończeniu autorowie dodają, że brak ściśle określonego udziału jądra w tworzeniu wiązki rafidowej nie powinien nas dziwić, gdyż chodzi tu, ich zdaniem, o zjawisko prostej „unbelebten", jak się wyrażają — krystalizacji w warunkach dotychczas jeszcze bliżej nam nieznanych [6]).

Nieco inaczej wyglądają opisane stosunki w wynikach badań Robynsa (1928), który został przez Beckera i Ziegenspecka nawet w wykazie literatury pominięty.

Zdaniem Robynsa pierwszą oznakę tworzenia się w komórce kieszonki („poche") rafidowej stanowi pojawienie się wakuoli; komórka taka powoli wzrasta, wydłuża się i jednocześnie wyłaniają się z wakuoli pierwsze kryształy szczawianu wapnia pod postacią wiązki rafidowej [7]).

Co do jądra, to substancja jego, — jak twierdzi Robyns — stopniowo ulega rezorbcji, a dzieje się to w miarę zwiększania się liczby kryształów. Wreszcie w komórkach

---

[1]) L. c., p. 88.

[2]) L. c., p. 89.

[3]) Dosłownie brzmi to tak: „Die nächste Umgestaltung des Plasmakörpers zeigt sich in einer zentralen rundlichen oder ovalen Aufhellung (die als Schleim gedeutet wird), in welcher dann plötzlich die Raphiden zu sehen sind". L. c., p. 90.

[4]) L. c., p. 90.

[5]) L. c., p. 90.

[6]) L. c., p. 93.

[7]) L. c., p. 178.

starych, w których otorbienie rafidowe jest już bardzo silnie rozwinięte, cytoplazma tworzy delikatny woreczek primordjalny, jądro zaś—wtłoczone w jeden z kątów komórki—stanowi zbiór ziaren, barwiących się słabo. Najbardziej interesującem zagadnieniem, poruszonem w pracy Robynsa była sprawa struktur, które autor określił terminem „ergastoplasme vrai“. Opisuje on je w postaci stref cytoplazmatycznych („taches ou zones cytoplasmatiques“), które w komórkach młodych ściśle przylegają do tworzącej się wakuoli [1]).

W komórkach starszych strefy rzeczone są wykształcone znacznie silniej i występują na dwóch przeciwnych biegunach kieszeni rafidowej. Robyns podkreśla ponadto, że jedna z nich leży obok jądra i zwykle pozostaje z nim w ścisłym kontakcie [2]). Za najlepszy utrwalacz uważa Robyns płyn Bendy (mitochondrjalny, w którym strefy „ergastoplazmy istotnej“ są zupełnie homogenne i nie wykazują żadnych widocznych struktur [3]). Pod wpływem natomiast utrwalaczy, zawierających kwas octowy, strefy rzeczone podlegają lamellizacji i przypominają wówczas to, co opisywano pod mianem ergastoplazmy [4]).

Pod względem przeto sposobu i miejsca tworzenia się rafidów i Robyns i Ziegenspeck są o tyle zgodni, że obaj wbrew Kohlowi (1899) a częściowo i Meyerowi (1920) twierdzą, iż rafidy powstają w wakuoli, przyczem Ziegenspeck mówi wyraźnie o śluzie, Robyns zaś o „matière mucilagineuse“, która — w jego preparatach — ulegała rozpuszczeniu pod wpływem utrwalaczy. Rzeczone strefy „ergastoplazmy istotnej“ są, zdaniem Robynsa — niczem innem, jak tylko porcjami plazmy głębinowej zupełnie wyraźnie odgraniczonej i impregnowanej przez specyficzną substancję chemiczną, która decyduje o wzmożonym stopniu jej

---

[1]) W oryginale odpowiedni ustęp brzmi jak następuje: ...„la tache cytoplasmatique apparait toujours moulée sur la vacuole en formation, sans interposition de cytoplasme entre elle et la vacuole, de telle sorte qu'une portion de la surface de la tache prend part à la délimitation de la vacuole elle même”. L. c., p. 179.

[2]) „Elles coiffent alors” — mówi Robyns — „la poche à raphides en deux pôles diamétralement opposés. De plus, l'une d'elle est située près du noyau et ordinairement en contact avec celui-ci”. L. c., p. 179.

[3]) L. c., p. 180 i 187.

[4]) L. c., p. 187.

gęstości i która przypuszczalnie pozostaje w pewnym określonym związku z wydzielniczą czynnością komórki rafidowej [1]). W każdym razie charakteru jej nie można wytłumaczyć przez zmiany mniej lub więcej wyraźne chondriomu, gdyż w komórkach utrwalonych za pomocą utrwalaczy mitochondrjalnych elementy chondriomu są rozproszone równomiernie po całej cytoplazmie [2]).

Obecność zaś ergastoplazmy, czy plazmy głębinowej (protoplasme basal), jak ją jeszcze inaczej nazywa Robyns, tłumaczy on tem, że przyjmuje ona czynny udział w tworzeniu rafidów [3]), sama zaś powstaje przy wybitnym współdziałaniu jądra [4]).

Z niniejszego zestawienia i rozbieżnych wniosków, przytoczonych powyżej autorów wynika, że pytania poruszone przez Meyera, Beckera i Ziegenspecka jako też przez Robynsa, wciąż jeszcze pozostają, jeśli nie całkowicie, to przynajmniej częściowo pod znakiem zapytania.

I. Rozkład komórek rafidowych i kryształowych w tkankach liści dolnych i organów kwiatowych *Aspidistra elatior*.

Aspidistra elatior należy do tych roślin, które analizowali Rothert i Zalenski (1899) z uwagi na występujące w niej „komórki kryształowe" (Krystallzellen) [5]). Obaj autorowie w swej niezwykle sumiennej pracy stwierdzili, że komórki rzeczone występują w ogonku liściowym wraz z komórkami rafidowemi. Mamy jedne i drugie również i w blaszce liściowej, jako też w kłączu i korzeniach. Zasługą obu wymie-

---

[1]) L. c., p. 188.

[2]) L. c., p. 186.

[3]) „Sa présence" — mówi on — „est en rapport avec la formation des raphides, à laquelle il participe d'une manière active"... L. c., p. 188

[4]) Według Robynsa: ...„le noyau doit jouer un rôle important dans la formation de l'ergastoplasme vrai et probablement aussi dans le fonctionnement ultérieur de ce dernier". L. c., p. 189.

[5]) Cechy ich są następujące: 1) Kryształy w nich zawarte są to czterokątne pryzmy z bardzo swoiście wykształconemi końcami; 2) błona komórek jest skorkowaciała; 3) komórki są całkowicie lub prawie całkowicie wypełnione kryształami; 4) komórki takie są komórkami martwemi i prócz kryształu zawierają tylko powietrze i wreszcie 5) w większości wypadków każdy kryształ spoczywa w skorkowaciałej pochewce.

nionych badaczów jest dokładne określenie ich umiejscowienia w rzeczonych organach, jak również charakteru błon komórkowych i własności pochewek, otaczających kryształy. Poza tem Rothert wspólnie z Zalenskim wskazali na to, że w komórkach kryształowych naogół biorąc występuje plazma i jądro normalnej budowy dopóty, dopóki ich błona nie uległa skorkowaceniu; w komórkach natomiast o błonie skorkowaciałej „sichtbare Inhaltsreste“ w postaci „fett-oder wachsartigen Substanz“ [1]) występują tylko wyjątkowo; do takich właśnie wyjątków należą komórki kryształowe w ogonkach liściowych u *Aspidistra*.

Nawiasem dodać należy, że — zdaniem Rotherta — „...scheinen lebende Krystallbehälter die Regel, abgestorbene die Ausnahme zu bilden [2]).

Ponieważ i Zalenski i Rothert pozostawili na uboczu sprawę występowania szczawianów wapnia w liściach zarówno dolnych, jako też w organach kwiatowych, przeto pozwalam sobie na tem miejscu przedewszystkiem te sprawy poruszyć.

W łuskowatych liściach dolnych w tym czasie, w którym otaczają one pochwiasto rozwijający się liść, rozmieszczenie szczawianów mniej więcej odpowiada temu, co znalazł Rothert w blaszkach liściowych. Mniej więcej—piszę dlatego, że komórki kryształowe występują nietylko wzdłuż wiązek, „an den Sklerenchymbelegen“ — jak pisze Rothert, lecz i w miękiszu (liczącym 4—5 warstw) liścia wspólnie z rafidami. I jedne i drugie mogą tworzyć szeregi krótsze lub dłuższe. Należy też dodać, że komórki kryształowe najliczniej występują na granicy miękiszu zieleniowego i bezbarwnego brzegu liścia [3]).

Dla zrozumienia stosunków panujących w kwiatach z konieczności muszę poświęcić parę słów opisowi tych organów, gdyż ani rycina Baillona (1876, p. 294), ani też przerobiona, jak sądzę, z niej rycina Lotsego (1911, p. 827, Fig. 569) nie odzwierciadlają rzeczywistego stanu rzeczy. Na rycinie Baillona zarówno jak i na ryc. Lotsego liście okwiatu

---

[1]) L. c., p. 40.

[2]) L. c., p. 42.

[3]) Rothert mówi, że co do komórek kryształowych, to u *Aspiditra* ...„fehlen sie in den oberflächlichen Schichten“... L. c., p. 98.

mają brzeg w postaci grubej fałdy. Tymczasem, jak widać z ryciny 17 tabl. XIII, boki listków posiadają na swych brzegach od strony wewnętrznej specjalne listewki (ryc. 17B) tak dopasowane, że w zamkniętych kwiatach mieszczą się one po 2 w odpowiednich zatokach (ryc. 17D) parasolowatego znamienia. W zatoki te wchodzą oczywiście listwy dwóch sąsiednich listków okwiatu. Prócz listewek, będących w mowie, każdy liść posiada wzdłuż swej części brzusznej 2—3, rzadko więcej, fałdy (ryc, 17A). które odpowiadają tyluż rynienkom (ryc. 17C) wypukłych części znamienia. Bardzo często listewki boczne dzielą się na część górną, która w otwartych kwiatach odchyla się nazewnątrz, i część dolną, przegiętą do wewnątrz. W ten sposób dopasowanie różnych części kwiatu w pączkach *Aspidistra elatior* w chwili wyrastania ich z pod ziemi na powierzchnię jest niezwykle szczelne.

Liczba przykwiatków, które Engler nazywa również liśćmi dolnemi[1]) bywa różna.

Rafidy zajmują w nich specjalne komórki, wyróżniające się swą wielkością i graniczące z obu stron bezpośrednio ze skórką. Brzeg listków jest od nich wolny, gdyż składa się tylko z 2 warstw komórek skórki. Najliczniejsze skupienia komórek rafidowych występują u nasady liści. Komórki rafidowe o różnym kierunku swej podłużnej osi posiadają wymiary niejednakowe (czasami przenoszą swą długością 4 szeregi komórek miąższu) i rafidy układają się w nich w pozycjach najrozmaitszych, choć przeważają położenia równoległe do podłużnej osi komórki.

W okrywach kwiatowych występują tylko, o ile się nie mylę, komórki rafidowe. Lokalizują się one przeważnie w fałdach listków okwiatu i w ich listewkach (p. rycina 18); fałdy te mają brzeg falisty, gdyż każda olbrzymia komórka rafidowa (lub ich skupienie) tworzy wraz z okrywającą ją skórką wyraźne wypiętrzenie (ryc. 15 tabl. XIII).

Czem wyżej szczytu listków tem fałdy na nich są słabsze i tem więcej jest w nich rafidów.

Później, w kwiatach już od dłuższego czasu otwartych,

---

[1]) Engler, A. (1888, Bd. II, Abt. 4) wyraża się w ten sposób „Blütenzweig aus der Achsel eines Niederblattes, sehr verkürzt, mit einigen häutigen Niederbl.“. L. c., p. 82.

w miejscach, w których występowały komórki rafidowe grupowo, powstają duże luki reksygenowego pochodzenia.



Ryc. 181.
Szemat rozmieszczenia komórek kryształonośnych po stronie grzbietowej i brzusznej w liściach okwiatu w pobliżu ich szczytów.
Schema der Verteilung der Oxalatkristallzellen auf der dorsalen und ventralen Seite der Perigonblätter in der Nähe der Blattspitzen.

Na stronie grzbietowej (zewnętrznej) listków okwiatu rafidy również występują, lecz są tu one daleko rzadsze jak o tem świadczą przekroje zarówno poprzeczne (rycina w tekście) jak i podłużne. Dodać też należy, że na grzbiecie listków koncentrują się one przedewszystkiem w okolicach wolnych ich brzegów (rycina 181, litera c); głębiej zaś — w miękiszu — tworzą często w pobliżu wiązek sitkowo-naczyniowych krótsze lub dłuższe szeregi.

Bardzo również licznie występują komórki rafidowe wzdłuż kanału szyjkowego; w okolicy zaś znamion, pod pokładem włosków, tworzą one w miękiszu podskórnym bądź pasma (ryc. 16 tabl. XIII), bądź gromadne skupienia.

Ściany zalążni posiadają komórki rafidowe w znacznie mniejszej liczbie, występują one przeważnie w miękiszu, zwróconym ku zewnętrznej skórce. W okrywach zalążków, zaopatrzonych w kutikulę, reagującą bardzo wydatnie z sudanem III, rafidy nie stanowią rzadkości, za którą muszą już uchodzić w woreczkach zalążkowych, gdzie obserwowała je zaledwie parę razy p. Gołaszewska. Co do pręcików, to zarówno bardzo krótkie ich nitki, jak i ściany pylników są od rafidów (za nielicznemi wyjątkami)[1]) zupełnie wolne — o ile

[1]) W tych wyjątkowych wypadkach rafidy lokalizowały się u podstawy nitek.

mogłem to stwierdzić na dość obfitym materjale, którym rozporządzałem.

II. Treść komórek kryształowych i rafidowych.

Rothert i Zalenski (1889) stwierdzili, że w komórkach kryształowych u *Aspidistra* dopóki ich błona nie uległa skorkowaceniu — znajduje się plazma i jądro znacznych wymiarów i normalnej budowy [1]).

W komórkach zaś, w których błona już skorkowaciała, występują — zdaniem rzeczonych autorów — resztki plazmy w postaci zwakuolizowanej, błyszczącej, jak już wyżej wspomniałem, substancji o charakterze tłuszczowym.

Analizując wszakże bliżej zarówno za życia, jako też i po utrwaleniu, komórki rafidowe i kryształowe w różnych organach u *Aspidistra* przekonałem się, że sprawa treści wymienionych komórek przedstawia się nieco inaczej.

A. BADANIA ZA ŻYCIA.

Za życia w młodych komórkach czy to kryształowych, czy to rafidowych — zgodnie z obserwacjami A. Meyera nad *Anthericum*, Beckera i Ziegenspecka (1931) nad *Cissus* i *Monstera* — występuje jednorodna prawie plazma z dość dużem jądrem o niewyraźniej strukturze. Nieco później charakter treści komórek rafidowych i komórek kryształowych zmienia się dość różnie; w pierwszych z nich poczynają — wraz z pojawieniem się wiązki rafidowej a nawet i wcześniej — występować wakuole, które mają to do siebie, że nie barwią się czerwienią neutralną i pozostają w ciągłym ruchu; bądź to powiększają się i zlewają się z sobą, badź to dzielą się na wakuole drobniejsze. Jednocześnie z powyższem zjawiskiem wiązka rafidowa zmienia swe położenie, a i jądro nie pozostaje niezmiennie na swem pierwotnem stanowisku.

Z biegiem czasu w komórkach obu kategoryj, a więc zarówno w kryształowych jak i rafidowych, zaczynają występować w plazmie błyszczące kropelki tłuszczu, których liczba powoli wzrasta. W komórkach kryształowych wreszcie wy-

---

[1]) L. c., p. 39—40.

pełniają one szczelnie teren plazmy. Kropelki te w komórkach kryształowych tak szybko płyną w strumieniach cyrkulującej zarodzi, że sfotografować ich niepodobna. Materjał zaś utrwalony niezupełnie wiernie charakter ich oddaje, gdyż w trakcie utrwalania część ich zlewa się ze sobą, tworząc krople znacznie większe od tych, które występują w komórkach żywych.

Ten, niezwykle wartki ruch zarodzi i zawieszonych w niej kropli tłuszczu, które ponadto wykonywują dość szybkie ruchy Browna, stanowi bardzo charakterystyczną cechę komórek kryształowych *Aspidistry*, cechę, która komórki rzeczone wyróżnia w sposób swoisty od komórek rafidowych wymienionej rośliny. W tych ostatnich bowiem ruchy zarodzi są znacznie słabsze, a czasami trudne nawet do zauważenia.

Aby przeto charakter kropli tłuszczowych utrwalić na płycie fotograficznej w stanie możliwie niezmienionym powstrzymywaliśmy (z dr. Beckerem) ruch zarodzi, wywołując wewnętrzne zakłócenie jej struktury przez naciśnięcie szkiełka pokrywkowego bądź igiełką, bądź też objektywem (ryc. 1 i 2 tab. XII).

Od kropli tłuszczowych wolny jest tylko brzeg protoplastu, a więc plazma przyścienna, stanowiąca bardzo wązkie pasemko. Co do kryształów, — to zgodnie z obserwacjami Rotherta — liczba i charakter ich bywają różne (ryc. 1 i 2 tabl. XII). Przeważają w tych organach, które analizowałem, formy ucięte na brzegach (ryc. 1 tab. XII) a więc takie jakie podaje np. Rothert na ryc. 30 jako typowe dla *Phormium tenax*. Nie brak wszakże, jak wskazuje ryc. 2 tab. XII, i takich komórek, w których występują kryształy w postaci dzidy, tak charakterystyczne dla ogółu *Liljowatych* (*Liliaceenform* Rotherta) [1]).

Po okresie wzmożonej produkcji tłuszczu zachowanie się treści komórek kryształowych i rafidowych jest odmienne. W komórkach bowiem kryształowych rzeczy ograniczają się do tego, że liczba kropli tłuszczu maleje i krople te zlewają się ze sobą i wreszcie po degeneracji plazmy tworzą czasami wokół kryształu rodzaj błyszczącej powłoki, reagującej bardzo intensywnie z sudanem III. Takie samo zachowanie się treści komórek kryształowych *Aspidistry*

[1]) L. c., p. 4 i fig. 17.

obserwowałem przy hodowli jej tkanek w kroplach wiszących. I w tych bowiem warunkach po paru dniach (3—5) następuje degeneracja, której przejawem jest przedewszystkiem zatrzymanie ruchu plazmy, poczem następuje zlewanie się drobnych kropelek tłuszczu w krople duże (ryc. 3 tab. XII).

Co do t. zw. „Hüllen der Krystalle“ Rotherta[1]), to w organach będących w mowie (a więc w liściach dolnych, przykwiatkach i organach kwiatowych), reakcje wskazane przez rzeczonego autora dają całkowicie negatywny rezultat; w ogonkach zaś liściowych sudan III i fuksyna amoniakalna dają reakcje barwne pod błoną cellulozową i wokół kryształu. Tu jednak możnaby uważać je raczej za odpowiednik płaszcza substancji tłuszczowej rozmazanej wokół kryształu w ostatnich fazach degeneracji treści komórkowej[2]).

Przechodząc obecnie do komórek rafidowych należy odrazu podkreślić, że z chwilą wzmożonej produkcji tłuszczów zaczyna się wokół wiązki szczawianów wapnia wytwarzać to, co ja nazywam „otorbieniem“ śluzowem. Taki porządek procesów, będących w mowie, zgadza się całkowicie z twierdzeniem Hartwicha (1889), którego zdaniem „...enstehen die Raphiden... nicht im Schleim, sondern die Raphiden sind vor dem Schleim vorhanden“[3]). W jak ścisłym związku ze sobą pozostają oba wymienione procesy, widać z ryciny 4 i 5 tab. XII. Na rycinie 5 mamy komórkę rafidową z liści dolnych *Aspidistra*, w której proces otorbienia wiązki rafidowej dopiero się rozpoczyna. Plazmę zapełnia tu masa kropli tłuszczowych, znakomicie reagujących z sudanem III. Takie same stosunki ilustruje nam rycina 4 tab. XII, o tyle od poprzedniej różna, że tutaj pod wpływem traktowania preparatu sudanem III na gorąco krople tłuszczowe częściowo pozlewały się ze sobą.

Reaktyw Millona wywołuje wprawdzie bardzo silny skurcz treści komórki rafidowej (ryc. 6 tab. XII), lecz uwy-

---

[1]) L. c., p. 35.

[2]) Rothert mówi: „In welch enger Beziehung bei unseren Zellen die Verkorkung zur Kristallbildung steht, zeigt die folgende Thatsache: Bei manchen Objekten, besonders bei *Phormium* und *Aspidistra*, finden sich nicht selten Längsreihen von Krystallzellen durch einzelne Zellen unterbrochen, welche... keine Krystalle enthalten; solche krystallfreie Zellen bleiben stets unverkorkt und lebend“.

[3]) L. c., p. 581.

datnia doskonale przyścienny, cieniutki podkład plazmy, wolny od kropli tłuszczowych.

Skoro otorbienie śluzowe grubieje, liczba kropli tłuszczowych występujących na terenie plazmy maleje, jednak nie odrazu w sposób wyraźny; raczej ilość plazmy zmniejsza się na konto produkowanego przez nią tłuszczu. To też przez czas pewien liczba kropli tłuszczu uderza swą obfitością (ryc. 7 tab. XII) [1]) i dopiero pod koniec zmian, o których mowa, na terenie komórki rafidowej widzimy wiązkę kryształów szczawianu wapnia, otoczoną potężnem już otorbieniem śluzowem; poza niem znajdujemy zaledwie nikłe pasemko z resztkami kropli tłuszczu (ryc. 8 tabl. XII). Jest to moment, który bezpośrednio poprzedza podkreślone przez Rotherta tworzenie się „Suberinlamelle ...durch Umwandlung der inneren Schicht der Membran...“ [2]).

Oczywiście, że samo przez się rodzi się pytanie, w jakim stosunku pozostaje układ wakuolarny komórek rafidowych do procesów, będących w mowie. W odpowiedzi jedno tylko podkreślić mogę, a mianowicie fakt, że—skoro protoplast zaczyna produkować tłuszcze a następnie na ich koszt śluzowe otorbienie wokół wiązki rafidowej — układ wakuolarny stopniowo zanika a przynajmniej giną z widowni te wielkie wakuole, które w początkowych fazach rozwoju tak wyraźnie się zaznaczały.

Obserwacje przeto moje przemawiają wyraźnie na korzyść wniosków Hartwicha (1889), Kohla (1889), A. Meyera (1920) i Fr. Netolitzkyego (1929) co do tworzenia się rafidów w głębi plazmy, a tem samem stoją w wyraźnej sprzeczności z poglądami Robynsa (1926) i Ziegenspecka i Beckera (1931), według których, jak już wiemy ze wstępu, pierwotne zjawisko stanowi tworzenie się swoistej wakuoli [3]), stanowiącej specyficzny teren wykrystalizowania się wiązki rafidowej.

Z powyższego przedstawienia przeze mnie sprawy wynika, że z chwilą, w której wiązkę rafidową zaczyna protoplast

---

[1]) Tu warto przypomnieć, że Fr. Kohl (1899) był zdania, że u *Orchis* „Das Material bei der Schleimbildung der Raphidenzellen... liefert in erster Linie die Stärke“... L. c., p. 281.

[2]) L. c., p 33.

[3]) „Schleim“ według Ziegenspecka, „matière mucilagineuse“ Robynsa.

otaczać otorbieniem śluzowem, kontakt jej z plazmą najpierw częściowo, a później całkowicie zostaje przerwany. W komórkach, w których proces otorbienia został zakończony, plazmy bądź już niema, bądź istnieje jeszcze ona, ale tylko w postaci wyrodniejącego woreczka przyściennego. Wyraźnych przęseł plazmatycznych, biegnących od niego ku wiązce poprzez miąższ otorbienia, w żadnych z organów *Aspidistra* przeze mnie badanych nie widziałem.

Zresztą mniemam, że i te, które tak dokładnie opisuje Kohl (1889), a wyraźnie rysuje Nemec (1907), raczej zaliczyć należy do formacji nekrotycznych, znanych nam bliżej z badań Küstera (1932, 1933, 1934)[1].

Wreszcie jeszcze jedna uwaga. Wśród komórek rafidowych czasami występują takie, w których w trakcie ich rozwoju krople tłuszczowe zjawiają się w bardzo małej liczbie. Zdaje mi się, że z powiedzianego wyżej wynika, iż w tego rodzaju wypadkach mamy do czynienia ze specyficznemi protoplastami, w których dla przyczyn bliżej nam nieznanych — tworzące się tłuszcze in statu nascendi schodzą z widowni, ulegając przemianie na śluz rafidowy.

B. BADANIA MATERJAŁU UTRWALONEGO.

Wszystkie organy badane in vivo były również utrwalane przeważnie metodami Flemminga (mocny), Lewitskiego, Pianese i Milowidowa (dla Feulgena). Po utrwalaczach Flemminga i Lewitskiego skrawki różnej grubości od 5μ do 10μ i wyżej — w zależności od organu — były barwione hematoksyliną Heidenhaina[2] i podbarwiane zielenią jasną w olejku goździkowym. Przy badaniu komórek rafidowych i kryształowych w liściach dolnych i przykwiatkach oprócz skrawków mikrotomowych były używane skrawki, robione brzytwą od ręki, i te dawały doskonały materjał obserwacyjny.

---

[1]) Küster: „Die Protoplasmablasen der *Caulerpa*". 1932. „Die Plasmodien von *Codium*", 1933. „Über Zellsaft, Protoplasma und Membran von *Bryopsis*", 1934.

[2]) Oczywiście pamiętać trzeba, że — zgodnie z uwagą Ziegenspecka i Beckera (1931, p. 87) kryształy szczawianu wapnia przy dłuższem bejcowaniu solami żelaza całkowicie się rozpuszczają.

Zagadnieniem, o którego rozstrzygnięcie przedewszystkiem w tym razie mi chodziło, było zachowanie się jądra, a więc sprawdzenie, czy i w jakim stopniu wykaże ono owo „Nukleolenabsplitterung" Beckera i Ziegenspecka, tak charakterystyczne dla *Cissus* i *Monstera* [1]). Następnie zaś zależało mi na wyjaśnieniu charakteru owej „ergastoplasme vrai" Robynsa, co do której analiza materjału żywego u *Aspidistra* żadnej pozytywnej nie dała odpowiedzi. Jeśli chodzi o pierwszą sprawę, to u *Aspidistra* ani w komórkach kryształowych, ani w komórkach rafidowych ze zjawiskiem obserwowanem przez Beckera i Ziegenspecka nie spotykałem się. Jądra komórek rzeczonych u *Aspidistra* wykazują przeważnie jedno jąderko i sieć — miejscami przerywaną — nici znacznie łatwiej ulegających odbarwieniu, aniżeli takie same elementy komórek nie tworzących rafidów. Ponadto materjał utrwalony wykazał na skrawkach rozmieszczenie wakuol w szczytach i u podnóża komórek kryształowych. A więc na ryc. 10 tab. XIII strumyki plazmy, obfitujące w krople tłuszczu, biegną promienisto (zupełnie jak na ryc. 14 Kohla) i rozgraniczają w ten sposób wakuole, które — jak już wyżej wspomniałem — nie barwią się za życia czerwienią obojętną, czem różnią się zasadniczo od wakuol sąsiednich komórek tkanki miękiszowej. Rycina zaś 11 tab. XIII, o której jeszcze poniżej będzie mowa, wraz z ryc. 9 i 10 świadczy o tem, że obecność kropel tłuszczu pozwala na orjentowanie się (oczywiście u *Aspidistra*) co do rozkładu komórek kryształowych i rafidowych w skrawkach, w których kryształy szczawianu wapnia uległy, jak wspomniałem rozpuszczeniu pod wpływem utrwalaczy (ryc. 9, 10, 11, 12 i 13 tab. XIII).

Powyżej przytoczone fotografje wykazują, mojem zdaniem, że ryciny 2 i 3 Robynsa z roku 1928 nie ilustrują wyłącznie charakteru chondriomu w komórkach peryblemy korzenia *Hyacinthus orientalis*, lecz stanowią niezbity dokument, że i u tej rośliny w komórkach rafidowych występują obficie związki tłuszczowe. Kwas bowiem osmowy niewątpliwie wyczernił krople tłuszczu, które jeszcze bardziej uwydatniła hematoksylina Heidenhaina.

Co do owych stref, którym Robyns daje miano „ta-

---

[1]) R. Becker und H. Ziegenspeck, 1931.

ches d'ergastoplasme vrai“ i które uważał za ...„une différenciation fonctionelle, qui constitue probablement un élément caractéristique et constant des cellules sécrétrices, tant animales que végétales“ [1]), to u *Aspidistra* występują one miejscami i to przeważnie na biegunie komórki, przeciwległym jądru (ryc. 11 tabl. XIII). Strefy te po utrwalaczu Lewitskiego i barwieniu hematoksyliną żelazową struktury specjalnej nie wykazują (ryc. 11 tabl. XIII); zgodnie więc z twierdzeniem Robynsa „Elles y sont parfaitement homogènes et sans structure visible...” [2]). Z tego jednak, że występują tylko w komórkach rafidowych, posiadających otorbienie śluzowe, a w komórkach kryształowych ich niema, wynikałoby raczej, że mamy tu do czynienia ze specyficznemi terenami protoplastu, w obrębie których odbywa się prawdopodobnie tworzenie śluzu kosztem tłuszczów. Możnaby się przeto zgodzić na określenie rzeczonej strefy, jako na „tache d'ergastoplasme vrai“, lecz nie na uogólnienie Robynsa, że są to elementy charakterystyczne i stałe dla wszystkich komórek wydzielniczych, zarówno zwierzęcych, jak i roślinnych. Do narządów bowiem wydzielniczych należą przecież i komórki kryształowe.

Z analizy skrawków materjału utrwalonego, czy to mocnym płynem Flemminga, czy to Lewitskiego, i barwionych hematoksyliną żelazową okazało się, że wiązka rafidowa zwykle zawiera jeden większy kryształ szczawianu wapnia tego rodzaju, jakie występują we właściwych komórkach kryształowych [3]). Zdaje się, że kryształy te rozpoczynają proces wydzielania przez komórkę szczawianu wapnia, że więc należy uważać je za inicjały krystalizacji. W preparatach, w których — skutkiem manipulacji utrwalania i barwienia — z wiązki rafidowej nie pozostało ani śladu lub tylko marne resztki, kryształy „wyjściowe“ zachowują się bardzo dobrze, czerniejąc przy zastosowaniu hematoksyliny Heidenhaina (ryc. 13 tab. XIII).

---

[1]) L. c., p. 189.

[2]) L. c., p. 187.

[3]) Mamy tu przeto coś podobnego, jak u *Amarantus*, u którego według Aleksandrowa i Timofiejewa (1926) druzy ...„von einer Menge kleiner, nadelförmiger Kriställchen umgeben sind“... (Netolitzky, 1929, p. 37).

III. Nieco szczegółów dotyczących otorbienia śluzowego w komórkach rafidowych u *Aspidistra*.

Molisch (1917), analizując komórki rafidowe u *Dracaena* i *Aletris* znalazł, że śluzowe otorbienie wiązki zachowuje się niejednakowo w stosunku do jod-jodkaljum. Pokład podbłonny jest jednolity, podczas kiedy pokład głębinowy, otaczający bezpośrednio snopek kryształów zawiera „...zahlreiche, dicht nebeneinander liegende runde Körper, die sich rotbraun färben“ [1]). Molisch sądzi, że są to utwory śluzowe „...vielleicht der Stärke oder dem Dextrin nahestehenden Körpers[2]). Podobna różnowarstwowość śluzu występuje również i w komórkach rafidowych u *Aspidistra*, tylko w odwrotnym nieco porządku. Skoro więc potraktujemy martwą już komórkę, a jeszcze lepiej tylko jej zawartość [3]) jod-jodkalium w 80% alkoholu, wówczas po paru minutach występują w otorbieniu wyraźnie dwa pokłady.

Pokład wewnętrzny, bezpośrednio otaczający snopek rafidów, barwi się na kolor odczynnika, a więc nabiera intensywnego zabarwienia bronzowego, podczas kiedy pokład zewnętrzny, znacznie grubszy, barwi się na kolor słomkowy. Po dłuższem działaniu rzeczonego odczynnika śluz wewnętrzny pozostaje nadal jednorodny, podczas gdy w warstwie zewnętrznej występuje cała masa utworów zupełnie podobnych do tych, jakie opisał Molisch u *Dracaena Draco*. Płytki wszakże i tafelki o zarysach owalnych lub kolistych, tkwiące w śluzie komórek *Aspidistry*, nie mają charakteru jednorodnego, lecz ze swej strony ujawniają słabiej barwiące się od jod-jodkalium podłoże i krople, czy ziarenka w niem tkwiące takiego koloru, jak śluz otaczający bezpośrednio wiązkę. Podobnie zachowuje się otorbienie wiązki rafidowej u *Aspidistra* pod działaniem KOH na gorąco.

W komórce rafidowej po takim zabiegu widać (ryc. 14 tab. XIII) otorbienie śluzowe zróżnicowane (jak po działaniu J + JK w 80% alkoholu) na dwa pokłady: głębinowy (a) — jednorodny, przezroczysty i powierzchniowy (b) — ziarnisty.

---

1) Molisch, H. l. c., p. 237.

2) Molisch, H. l. c., p. 241.

3) Treść ta daje się łatwo wycisnąć ze skrawków podłużnych tkanki znamion. Wystarczy lekki nacisk igiełką na szkiełko pokrywkowe, a otorbienie śluzowe wraz z wiązką rafidów wypływa do odczynnika.

W nim właśnie spoczywa utwór, który prawdopodobnie jest zwyrodniałem jądrem.

Mniemam, że i rycina Němeca, dotycząca komórek rafidowych u *Cissus Gongylodes*[1]) świadczy o czemś podobnem, choć przez autora inaczej jest interpretowana.

Skoro poddajemy działaniu 33% KOH (czy to na zimno, czy na gorąco) komórkę rafidową w okresie, w którym komórka jest żywą i poza otorbieniem posiada wyraźny pas plazmy z kroplami tłuszczu, to wówczas przedewszystkiem następuje zmydlenie resztek tłuszczu, tworzącego wraz z plazmą duże kule. A wówczas i z takiej komórki można otorbienie śluzowe z łatwością wycisnąć. Śluz ten wszakże jest jeszcze całkowicie jednorodny i dopiero dłuższe gotowanie w KOH, a następnie parogodzinne traktowanie czystą H_2O wywołuje wyraźne rozgraniczenie dwóch powyżej wymienionych jego warstw.

Wielokrotnie przerabiane reakcje[2]) w celu zdania sobie sprawy z charakteru chemicznego obu pokładów przemawiają za tem, że i u *Aspidistra* mamy do czynienia ze śluzem pektynowym. Przynajmniej na to wskazują: powolne pęcznienie w H_2O, barwienie się za pomocą czerwieni Kongo (szczególniej pięknie po kąpieli w KOH) i koraliną (choć ta ostatnia nie reaguje tak wyraźnie, jak czerwień[3]). Nigrozyna, błękit metylowy i ruten dają wręcz negatywne rezultaty. Dodać trzeba, że o ile czerwień neutralna wybarwia witalnie tylko pewne części śluzu, występujące w postaci brył, płytek, czy utworów kolistych, o tyle błękit kresylowy wybarwia intensywnie nawskroś całą masę otorbienia śluzowego, nie hamując ruchu plazmy. W obu wypadkach po przeniesieniu preparatu do czystej wody zabarwienie znika już po 30 minutach. Próby hydrolizowania tłuszczu za pomocą HNO_3 w celu przeniesienia go na śluz — zawiodły. Zabieg ten jednak wykazał w b. wielu komórkach rozpad obu pokładów śluzu na utwory obserwowane przez Molischa u *Dracaena*. Przy zastosowaniu w tych wypadkach wodnego rozczynu czerwieni Kongo barwiły się one bardzo intensywnie.

---

[1]) Němec B., 1930, l. c., p. 144.

[2]) Według Molischa (1913), H. Schneidera (1922) i Tunmanna (1913).

[3]) Cechy te znamionują t. zw. „Raphidenschleim". Vide Schneider, p. 28 i Tunmann, p. 585.

Streszczenie.

1. Kryształy szczawianu wapnia u *Aspidistra* występują we wszystkich jej organach. Z pośrod organów kwiatowych niezwykłą obfitością rafidów charakteryzują się fałdy listków okwiatu (ryc. 15 tab. XIII oraz szemat w tekście) i znamiona słupka (ryc. 16 tab. XIII). W pręcikach natomiast występują one w postaci wyjątków i to tylko u podstawy nitek. Do tych samych wyjątków zaliczyć należy snopki rafidowe w woreczku zalążkowym.

2. W listkach okwiatu na przekwitnięciu w miejscach, w których komórki rafidowe występują grupowo, tworzą się wielkie luki reksygenowego charakteru.

3. Komórki kryształowe, zarówno jak i komórki rafidowe zawierają u *Aspidistra* już od bardzo wczesnych momentów swego rozwoju tłuszcze w postaci drobnych kropelek (ryc. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 tab. XII i 9, 11, 11, 12 i 13 tab. XIII).

4. Krople te poruszają się niezwykle szybko unoszone prądami zarodzi; poza tem posiadają one własny ruch Browwnowski. W komórkach „kryształowych" ruch ten w warunkach obserwacji utrzymuje się bardzo długo; w komórkach „rafidowych" tempo jego pozostaje w wyraźnym związku z wykształceniem się otorbienia śluzowego.

5. Proces zanikania tłuszczów i tworzenia otorbienia śluzowego pozostawać muszą w ścisłej od siebie zależności. Wskazuje na to wydatne zmniejszanie się liczby kropli tłuszczu w miarę zwiększania się otorbienia (ryc. 8 tab. XII). W tych wypadkach, w których — dla przyczyn bliżej nieznanych—tworzenie się otorbienia wokół snopka kryształów zostało zahamowane, tłuszcz gromadzi się w komórce rafidowej w niezwykle dużej ilości (ryc. 7 tab. XII). W komórkach „kryształowych", gdzie otorbienia nie ma, tłuszcze pozostają wręcz do momentu ich zamierania; występują one w postaci rozlanych mas nawet w komórkach organów całkowicie zeschniętych.

6. Kryształy czy rafidy u *Aspidistra* tworzą się, zgodnie z obserwacjami Fr. Kohla, Hartwicha, A. Meyera i Netolitzky'ego, w głębi plazmy. Potem dopiero następuje otorbianie za pomocą śluzu produktu wydalinowego, za który uważać musimy—w wypadkach będących w mowie—kryształy szczawianu wapnia.

7. U *Aspidistra* żadnej morfologicznie wyrażonej emisji substancji jąderkowej, czyli tego co Becker i Ziegenspeck nazywają „Körnchenabsplitterung", nie widać (ryc. 9 tab. XIII).

8. „Taches d'ergastoplasme vrai" Robynsa z charakteru i położenia zgadzają się z tem, co się spotyka i w komórkach rafidowych u *Aspidistra* pod postacią specyficznych terenów protoplastu (ryc. 11 tab. XIII), w obrębie których najprawdopodobniej odbywa się tworzenie śluzu kosztem tłuszczów. Występowanie wszakże takich wyraźnych „taches d'ergastoplasme vrai" nie stanowi bynajmniej—jak tego chce Robyns — cechy stałej wszystkich komórek wydzielniczych, zarówno roślinnych jak i zwierzęcych, brak ich bowiem w „komórkach kryształowych" u *Aspidistra* (ryc. 1 i 2 tab. XII).

9. Wykształcona żywa komórka rafidowa u *Aspidistra* zawiera: subtelny plazmatyczny woreczek prymordjalny z jądrem mniej więcej zdezorganizowanem, potężne otorbienie śluzowe (ryc. 8 tab. XII) i snopek kryształów, przeważnie kryjący w swem wnętrzu jeden większy kryształ inicjalny (ryc. 13 tab. XIII). Komórki rafidowe martwe (suberynizowane) pozbawione są nawet resztek woreczka plazmatycznego.

10. Otorbienie rafidowe składa się ze śluzów pektynowych, tworzących jak u *Dracaena* (Molisch, 1917) dwa wyraźne pokłady (ryc. 14 tab. II). Kiedy wszakże u *Dracaena* pokład wewnętrzny pod wpływem jod-jodkalium rozpada się na liczne koliste ciała, barwiące się na kolor czerwonawo-bronzowy, u *Aspidistra* proces ten odbywa się w warstwie zewnętrznej. W dodatku płytki i bryłki rzeczone nie są, jak u *Dracaena*, jednorodne, lecz składają się z substancji zasadniczej (zabarwionej na kolor słomkowy) i licznych kropelek (koloru bronzowego), dość równomiernie w niej rozsianych.

Objaśnienie tablic.
(Erklärung der Tafelabbildungen).

TABLICA (TAFEL) XII.

Ryc. (Fig.) 1. Komórka kryształowa z liścia dolnego *Aspidistra*. Komórka zawiera 3 kryształy, z których dwa są wyraźne, trzeci złekka prześwituje. Liczne krople tłuszczu unieruchomione przez ucisk zarodzi.

Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.
Kristallzelle, aus einem Niederblatte von *Aspidistra* mit 3 Kristallen, von denen zwei scharf hervortreten, der dritte schwach durchschimmert. Zahlreiche Fetttropfen, infolge Druckes auf das Protoplasma, lahmgelegt.

Ryc. (Fig.) 2. Komórka kryształowa z liścia dolnego *Aspidistra*. Na zdjęciu widoczna tylko ta część, w której spoczywa pojedyńczy kryształ szczawianu wapnia. Obok niego z prawej strony ryciny widać duże spłaszczone jądro.
Krople tłuszczu wyraźne, gdyż ruch plazmy ustał na skutek nadgniecenia preparatu.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 8. $\times \pm$ 1020.

Kristallzelle aus einem Niederblatte. Auf der Abb. bloss derjenige Teil der Zelle sichtbar, in welchem ein einzelnes Kalkoxalatkristall liegt. Daneben rechts der grosse, plattgedrückte Kern.
Fetttröpfchen deutlich, da deren Bewegung infolge Druckes lahmgelegt wurde.

Ryc. (Fig.) 3. Komórka kryształowa z miękiszu liścia dolnego *Aspidistra* po trzydniowej hodowli w kropli wiszącej. Duże krople tłuszczu powstały na skutek zlewania się ze sobą drobnych kropelek pierwotnych.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.

Krystallzelle aus dem Parenchym eines Niederblattes nach dreitägiger Kultur im Hängetropfen. Die grossen Fetttropfen sind durch Verschmelzung der primären, kleinen Fetttröpfchen entstanden.

Ryc. (Fig.) 4 i 5. Komórki rafidowe z liści dolnych *Aspidistra*. Otorbienie śluzowe jeszcze nikłe, warstwa plazmy natomiast gruba. W plazmie masa kropli tłuszczowych. Preparaty traktowane sudanem III.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.

Raphidenzellen aus Niederblättern von *Aspidistra*. Schleimhülle noch kaum ausgebildet, Plasmaschicht dagegen dick. Im Plasma eine Menge Fetttröpfchen. Präparat mit Sudan III behandelt.

Ryc. (Fig.) 6. Komórka rafidowa z przykwiatka *Aspidistra*. Otorbienie śluzowe bardzo słabo rozwinięte. W grubym pokładzie plazmy masa kropli tłuszczowych. Brzeg silnie splazmolizowanego — pod wpływem reaktywu Millona — protoplastu ujawnia delikatne pasemko przyściennej plazmy, wolnej od kropli tłuszczu.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.
Raphidenzelle aus einem Vorblatt von *Aspidistra*. Schleimhülle sehr schwach ausgebildet. In der dicken Plasmaschicht Fetttröpfchen massenhaft vertreten. Am Rande des — unter Einwirkung von Millons Reagens — stark plasmolysierten Protoplasten dünner Streifen wandständigen, fettfreien Plasmas.

Ryc. (Fig.) 7. Komórka kryształowa z przykwiatka *Aspidistra*. Plazma usilnie produkująca tłuszcze w trakcie wzrostu otorbienia śluzowego wokół wiązki rafidowej.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza $5. \times \pm 640$.
Kristallzelle aus einem Vorblatt von *Aspidistra*. Starke Fettproduktion seitens des Plasma im Laufe der wachsenden Schleimeinhüllung eines Raphidenbündels.

Ryc. (Fig.) 8. Olbrzymie otorbienie śluzowe w komórce rafidowej liścia dolnego *Aspidistra*. Plazma w postaci wąskiego pasemka podbłonnego zawiera bardzo nieliczne krople tłuszczu.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza $5. \times \pm 640$.
Riesige Schleimhülle in einer Raphidenzelle aus einem Niederblatte von *Aspidistra*. Plasma in Gestalt eines dünnen, submembranen Streifens mit sehr spärlichen Fetttröpfchen.

TABLICA (TAFEL) XIII.

Ryc. (Fig.) 9. Komórka rafidowa z miękiszu ściany zalążni, utrwalonej metodą Lewitskiego. Jądro z jednem jąderkiem i przerywaną siecią chromatynową (ew. chromonemową).
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza $5. \times \pm 640$.
Raphidenzelle aus dem Parenchym der Fruchtknotenwand, fix. nach Lewitsky. Kern mit (einem) Kernchen und unterbrochenem Chromatinnetz.

Ryc. (Fig.) 10. Komórka rafidowa z poprzecznego przekroju przez ścianę zalążni *Aspidistra*. Układ wakuol porozdzielanych promienisto biegnącemi strumykami plazmy, w których obficie występują tłuszcze. Utrwalacz Lewitskiego; barw. hematoksyliną Heidenhaina.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza $5. \times \pm 640$.
Raphidenzelle auf einem Querschnitt durch die Fruchtknotenwand von *Aspidistra*. Zwischen den Vacuolen strahlig verlaufende Protoplasmastränge mit zahlreichen Fetttröpfchen. Fix. nach Lewitsky, gefärbt mit Heidenhain's Hämatoxylin.

Ryc. (Fig.) 11. Komórka rafidowa z podłużnego przekroju przez ścianę zalążni *Aspidistra*. Środek komórki zajęty przez śluzowe otorbienie z wiązką rozpuszczonych rafidów. W *a* wysepka ciemnej zabarwionej homogennej zarodzi. Utrwalacz Lewitskiego; barw. hematoksyliną Heidenhaina.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza $5. \times \pm 640$.
Raphidenzelle auf einem Längsschnitt durch die Fruchtknotenwand von *Aspidistra*. Im Zellzentrum Schleimhülle mit Bündel aufgelöster Raphiden. Bei *a* — dunkelgefärbte homogene Plasmainsel. Fix. nach Lewitsky; gefärbt mit Heidenhain's Hämatoxylin.

Ryc. (Fig.) 12. Szereg komórek kryształowych w tkance przykwiatka *Aspidistra*
Obj. imm. Reich. $6. \times$ okul. Leitza $8. \times \pm 350$.
Kristallzellen im Gewebe eines Vorblattes von *Aspidistra*.

Ryc. (Fig.) 13. Komórka rafidowa z poprzecznego przekroju ściany zalążni u *Aspidistra*. W głębi otorbienia śluzowego (bardzo słabo widocznego) spoczywają resztki igieł rafidowych i pojedyńczy kryształ szczawianu wapnia wybarwiony hematoksyliną Heidenhaina. Utrwalacz Lewitskiego.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.
Raphidenzelle aus einem Qmerschnitt durch die Fruchtknotenwand von *Aspidistra*. Im Innern der kaum sichtbaren Schleimhülle Reste von Raphidennadeln und ein Kalkoxalatkristall stark gefärbt mit Heidenhain's Hämatoxylin. Fixierung nach Lewitsky.

Ryc. (Fig.) 14. Komórka rafidowa z liścia dolnego *Aspidistra* po gotowaniu w 33% KOH. Dwa wyraźne pokłady śluzowe: głębinowy -jednorodny i powierzchniowy-ziarnisty.
Obj. imm. Reich. $^1/_{18} \times$ okul. Leitza 5. $\times \pm$ 640.
Raphidenzelle aus einem Niederblatte v. *Aspidistra* nach Aufkochen in 33% KOH. Zwei deutliche Schleimschichten: eine innere-homogene und eine äussere-körnige.

Ryc. (Fig.) 15. *Aspidistra elalior*. Przekrój poprzeczny przez środkową część liścia okwiatu na wysokości znamienia. Wyraźne faliste fałdy z licznemi komórkami rafidowemi.
Obj. Reich. 6 $\times$ okul. 5. $\times \pm$ 220.
Qmerschnitt durch den Medianteil eines Perigonblattes von *Aspidistra* auf Narbenhöhe. Wellenförmige Falten mit zahlreichen Raphidenzellen.

Ryc. (Fig.) 16. *Aspidistra elalior*. Przekrój podłużny przez słupek w okolicy znamienia. Liczne bardzo komórki rafidowe w tkance, leżącej pod pokładem włosków.
Obj. Reich. 6 $\times$ okul. 5. $\times \pm$ 220.
Längsschnitt durch Fruchtknoten von *Aspidistra* in Narbengegend. Zahlreiche Raphidenzellen im Parenchym unterhalb der Leitgewebe.

Ryc. (Fig.) 17. Kwiat *Aspidistra elalior*. Wielkość naturalna.
A. — Fałdy środkowe na brzusznej stronie liści okwiatu;
B. — listwy boczne liści okwiatu;
C. — rynienki znamienia;
D. — zatoki w parasolowatem znamieniu.
Blüte von *Aspidistra elatior*; nat. Grösse.
A. — Medianfalten auf den Ventralseite der Perigonblätter.
B. — Seitenleisten auf den Perigonblättern.
C. — Narbenrinnen.
D. — Einbuchtungen in der schirmförmigen Narbe.

Literatura.

1. Baillon, M. H. 1876. Dictionnaire de Botanique, Paris.
2. Becker, R. u. Ziegenspeck, H. 1931. Bot. Archiv, **33**.
3. Engler, A. i Prantl, K. 1888. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig, II T. 4 Abt.

4. Hartwich, C. 1889. Archiv der Pharmacie, **227**.
5. Kohl, Fr. G. 1899. Bot. Zentr. — Blatt, **79**.
6. Küster, E. 1929. Pathologie der Pflanzenzelle, Berlin.
7. — 1932. Protoplasma, **16**.
8. — 1933. Protoplasma, **19**.
9. — 1934. Ber. d. D. b. Gesell., **51**.
10. Lotsy, J. P. 1911. Vorträge über botanische Stammesgeschichte, Jena.
11. Meyer, A. 1920. Morphologische und physiologische Analyse der Zelle, Jena.
12. Molisch, H. 1913. Mikrochemie der Pflanze, Jena.
13. — 1916. Ber d. D. b. Gesell., **34**.
14. — 1917. Sitzb. Akad. Wien. **126**, Abt. I.
15. Němec, B. 1907. Anatomie a Fisiologie Rostlin, Praha.
16. — 1930. Rostlinopis, Praha.
17. Netolitzky, Fr. 1929. Handb. d. Pflanzenanatomie, 3/1a, Lief. 25.
18. Robyns, W. 1928. La Cellule, **38**.
19. Rothert, W. u. Zalenski, W. 1899. Bot. Zentbl., **80**.
20. Schneider, H. 1922. Bot. Mikrotechnik, Jena.
21. Tunmann, O. 1913. Pflanzenmikrochemie, Berlin.
22. Zalenski, W. 1896/7. Trudy Obszcz. Jestiestwoizpyt. Kazanskawo Uniw., **30**.

Zusammenfassung.

1. Kristalle von oxalsaurem Kalk (Kalkoxalat) treten bei *Aspidistra* in sämtlichen Organen auf. Von den Blütenorganen zeichnen sich insbesondere die Falten der Perigonblätter (Taf. XIII, Abb. 15; schem. Abb. im Texte) und die Fruchtknotennarben (Taf. XIII, Abb. 16) durch ungemein reichliche Anwesenheit von Raphiden aus. In den Staubgefässen dagegen treten Raphiden nur ausnahmsweise und dann bloss an der Basis der Filamente auf. Ebenso ausnahmsweise kommen Raphidenbündel im Embryosack vor.

2. Nach dem Verblühen bilden sich in den Perigonblättern an den Orten gruppenhafter Ausammlung von Raphidenzellen grosse Lücken rexigenen Charakters.

3. Sowohl die Kristallzellen wie die Raphidenzellen von *Aspidistra* enthalten bereits auf sehr frühem Entwicklungsstadium Fettsubstanzen in Form kleiner Tröpfchen (Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Taf. XII und Abb. 9, 10, 11, 12 und 13 Taf. XIII).

4. Die Fetttröpfchen sind, von der Protoplasmaströmung getragen, in lebhafter Bewegung begriffen; sie weisen überdies eigene Brownsche Bewegung auf. In den Kristallzellen bleibt die Bewegung der Fetttröpfchen unter den Beobach-

tungsumständen sehr lange erhalten; in den Raphidenzellen steht das Tempo derselben in deutlichem Zusammenhange mit der Ausbildung der Schleimhülle.

5. Das Verschwinden der Fettsubstanzen und die Bildung der Schleimhülle dürfen strikt voneinander abhängig sein, wie die beträchliche Verminderung der Fetttröpfchen mit dem Fortschreiten der Schleimhüllbildung beweist (Taf. XII, Abb. 8). Falls die Bildung der Schleimhülle rings um die Kristallbündel aus irgendwelchen, näher unbekannten Gründen, einer Hemmung unterliegt, sammeln sich die Fetttröpfchen in der Raphidenzelle in ungemein grosser Menge an (Taf. XII, Abb. 7). In den Kristallzellen, wo keine Schleimhülle gebildet wird, bleiben die Fettsubstanzen sogar bis zum Absterben der Zellen erhalten. Sie treten als lose Massen selbst in Zellen ganz eingetrockneter Organe auf.

6. Die Kristalle bzgw. Raphiden bilden sich in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Fr. Kohl, Hartwich, A. Meyer und Netolitzky — im Plasmainnern. Erst nachher erfolgt die Umhüllung der Kalkoxalatkristalle — die im betreffenden Falle als Excrete betrachtet werden müssen — mittels Schleim.

7. Eine morphologisch gekennzeichnete Emission der Körnchensubstanz d. h. das, was Becker und Ziegenspeck als „Körnchenabsplitterung“ bezeichnen - konnte bei *Apidistra* nicht beobachtet werden. (Taf. XIII, Abb. 9).

8. Die Robyns'schen „Taches d'ergastoplasme vrai“ stimmen nach Charakter und Lage mit manchen spezifischen Protoplaststellen (Taf. XIII, Abb. 11) in den Raphidenzellen von *Aspidistra* überein, innerhalb deren wahrscheinlich die Bildung von Schleim auf Kosten der Fettsubstanzen stattfindet. Das Auftreten derartiger, scharf ausgebildeten „taches d'ergastoplasme vrai“ ist freilich nicht allen Sekretionszellen, den tierischen wie den pflanzlichen—wie Robyns annehmen möchte — eigen, da sie in den Kristallzellen von *Aspidistra* nicht vorkommen (Taf. XII, Abb 1 — 2).

9. Eine ausgebildete, lebende Raphidenzelle von *Aspidistra* enthält folgende Bestandteile: eine dünne plasmatische Primordialschicht mit mehr oder weniger desorganisiertem Kern, eine riesige Schleimhülle und ein Kristallbündel, meistens mit einem grösseren Initialkristall im Innern (Taf. XIII,

Abb. 13). In toten (suberinisierten) Raphidenzellen sind selbst Reste des plasmatichen Inhalts nicht mehr vorhanden.

10. Die Raphidenhülle ist aus Pektinschleimen zusammengesetzt, die—wie bei *Dracaena* (Molisch, 1917)—in zwei deutlichen Schichten gelagert sind (Taf. XIII, Abb. 14). Während jedoch bei *Dracaena* die Innenschicht bei Einwirkung von Jodjodkalium in zahlreiche, rotbraun sich färbende, kreisförmige Körper auseinanderfällt, findet der erwähnte Prozess bei *Aspidistra* in der äusseren Schicht statt. Überdies sind die erwähnten kreisförmigen Plättchen nicht homogen, wie bei *Dracaena*, sondern aus einer strohgelb gefärbten Grundsubstanz und zahlreichen, ziemlich gleichmässig darin zerstreuten, braungefärbten Tröpfchen zusammengesetzt.

Institut f. allg. Botanik d. Univ. Warschau.

K. BASSALIK
(Pflanzenphysiologisches Institut
d. Univ. Warschau).

ZUR „AUXIMON"-FRAGE[1]).

Auximone nannte W. B. Bottomley (1914) Stoffe organischer Herkunft, die allein ein normales Wachstum und Gedeihen grüner Pflanzen ermöglichen sollten. In den gebräuchlichsten mineralischen Nährlösungen (Detmer's und Knop's) wuchsen seine hauptsächlichsten Versuchspflanzen, *Lemna minor* und *maior*, schwach resp. sistierten das Wachstum nach einiger Zeit völlig. Er hielt darum diese Stoffe, die er gelegentlich (1917, 1919, 1920) auch „accesory food substances" oder „growth promoting substances" nennt, für unumgänglich notwendig zum normalen Gedeihen grüner Pflanzen. In seinen späteren Arbeiten (1917—1920) schränkt er die aufänglich den Auximonen zugeschriebene Rolle ein, indem er angibt, dass ihre Anwesenheit in einer mineralischen Nährlösung die Vermehrungsgeschwindigkeit der Versuchspflanzen wie deren Grösse beeinflusst und deren Gesundheit sowie den normalen Entwickelungsgang gewährleistet; er erblickt in ihnen sozusagen pflanzliche Gegenstücke zu den Vitaminen im Tierkörper. Diese revolutionären, aber zumindest sehr interessanten Thesen fanden anfänglich recht wenig Wiederhall, denn es vergingen 10 Jahre bis die ersten Nachuntersuchungen kamen. Die erste Nachuntersuchung stammt von F. A. Mockeridge (1924), Bottomley's Mitarbeiterin, die die Wirkung von organischen Substanzen verschiedener Herkunft auf das Wachstum von *Lemna* prüft

---

[1]) Ein Resumé der hier referierten Untersuchungen wurde als Inaugurationsvortrag f. d. Generalversammlung d. Poln. Botan. Ges. am 29.VI.1934 in Wilno gehalten.

und die früheren Befunde Bottomley's vollauf bestätigt. N. A. Clark und E. M. Roller (1924) dagegen stellen fest, dass *Spirodela polyrrhiza* sich wohl auf die Dauer in rein mineralischen Nährlösungen entwickeln kann; Bottomley's negative Befunde erklären sie durch die zu hohe Konzentration seiner Nährlösungen wie deren „Unbalanciertheit" wie auch besonders die ungeeignete pH (N. A. Clark (1926)). A. Saeger (1925) vermag 26 Monate lang *Lemna maior* in rein mineralischer Nährlösung (1/10 Knop) zu kultivieren, widerspricht also Bottomley's These von der Unumgänglichkeit für grüne Pflanzen von organischen Substanzen, gibt aber zu, dass der Zusatz von geringen Mengen eines mit $NaHCO_3$ behandelten wässerigen Torfextractes das Wachstum von *Lemna* 2-bis 3-fach steigert. E. Ashby (1928, 1929) versucht in einer Reiche von mit verschiedenen Mitarbeitern ausgeführten Versuchen die Untersuchungsmethodik zur Wachstumsschätzung von *L. minor* zur möglichsten Vollkommenheit zu bringen; er führt schliesslich seine Versuche in konstanter Temperatur resp. Belichtung aus, misst neben dem Gewicht auch die Fläche seiner Versuchspflanzen, macht auf manche Fehlerquellen seiner Vorgänger aufmerksam und gelangt schliesslich zu der auch statistisch geprüften Schlussfolgerung, dass *L. minor* durch sehr geringe (0,2 — 20 mg pro Liter) Quantitäten von organischer Substanz unbekannter Konstitution, aus frischem oder verrottetem Pferdedung dargestellt, deutlich stimuliert wird. Er stellt fest, dass diese Substanz die Wuchsgeschwindigkeit von *Lemna* katatytisch beschleunigt, dass sie aber nicht unumgänglich notwendig ist („not essential for the growth"), ferner, dass sie die Sprossfläche, die Zellgrösse sowie die Chloroplastenanzahl vergrössert und dadurch die Assimilationsgrösse steigert. Die offenber mit der allergrössten Skepsis gegenüber den Thesen Bottomley's durchgeführten Versuche Ashby's haben immerhin die unzweifelhaft günstige Wirkung von gewissen organischen Substanzen auf die Entwickelung von *Lemna* bestätigt. Nun aber wendet sich C. Olsen (1930) aufs schärfste gegen Bottomley. Er findet, als Resultat einfach durchgeführter Versuche mit *Spirodela polyrrhiza* (und *Helianthus annuus*), dass die organische Substanz aus „bakterisiertem Torf" nach Bottomley's Patent völlig unwirksam ist, falls in den Kulturen für *assimilierbares* Eisen gesorgt wird.

Alle Misserfolge seiner Vorgänger mit der Kultur in rein mineralischen Nährlösungen führt er auf die Unzugänglichkeit des vorhandenen Eisens für die Pflanzen. Er sucht zu zeigen, dass Eisenchlorid, das *stets* von seinen Vorgängeren gebraucht worden war, in den von *Spirodela* benötigtem pH—Gebieten völlig unlöslich ist, dass also alle ungünstigen Wachstumserscheinungen in den betreffenden Lösungen entweder durch völligen Eisenmangel oder durch für die Pflanze ungeeignetes pH verursacht worden war. Dung-, Torf- oder Bodenextracte wirken nicht durch „Auximone" oder andere wachstumfördernde organische Stoffe, sondern allein durch ihren Gehalt an löslichem und assimilierbaren Eisen. Er zeigt, dass Eisenzitrat, das in dem für die Versuchspflanzen notwendigen pH-Bereich löslich und assimilierbar ist, die gleiche Wirkung ausübt wie die erwähnten organischen Torfextracte. Die Auximonfrage ist damit für ihn endgültig erledigt. In diesen erfreulich einfachen Sachverhalt bringt die letzte Publikation von Clark und Roller (1931), die von neuem ihre *Spirodela*-Studien aufgenommen haben, eine unerwartete und verwirrende Komplikation. Es gelang ihnen, im Gegensatz zu allen anderen Untersuchern, *Spirodela* in Reinkultur zu gewinnen. Von früheren Untersuchern, sprach Bottomley gelegentlich davon, dass er zu starke Algenentwickelung zu unterdrücken suche. Sehr vag spricht sich über diese Frage Ashby aus; man erhält den Eindruck, er habe mit völlig algenfreien *Lemna*kulturen gearbeitet, aber er gibt nichts genaueres an. Der Besitz von Reinkulturen könnte für die Auximonfrage entscheidend sein, da ja Bottomley stets günstige Erfolge mit Zusatz von N-bindenden Bakterien erzielte und solche Befunde, wie diejenigen Olsen's, auf die direkte Stimulation durch geeignete Eisenverbindungen von Begleitbakterien zurückgeführt werden könnten, falls es sich beweisen liess, dass tatsächlich Eisen in komplexer Bindung resp. in molekularer Form aufgenommen wird, wie es Olsen als gegeben annimmt.

Wenn ich nun an die Vorführung der Ergebnisse meiner Versuche herantrete, so möchte ich vorausschicken, dass ich mich nicht an die vorher angegebene Untersuchungschronologie halten werde, da ich die nun zu referierenden Versuche schon 1926 begonnen habe, parallel zu meinen früher schon publizierten Ergebnissen über *Azotobacter*. Die Problem-

stellung war bei *Lemna* wie bei *Azotobacter* die gleiche; nur die Kulturmethodik musste naturgemäss verschieden sein, so dass ich mit *Lemna* nicht stets den Versuchsergebnissen mit *Azotobacter* Schritt habe halten können. In summa ist die Anzahl einwandfreier Versuchsergebnisse mit *Lemna* kleiner als diejenige mit *Azotobacter*, da erst eine Versuchsmethodik für *Lemna* auszuprobieren war, die für *Azotobacter* schon von vornherein gegeben war. Im Nachfolgenden werde ich aber doch nicht über meine schon durch die eingangs zitierten Autoren überholten Ergebnisse berichten und mich nur auf diejenigen Ergebnisse beschränken, welche Probleme betreffen, die von den anderen Autoren nicht beachtet worden sind.

Ausserdem möchte ich hier schon bemerken, dass ich hauptsächlich mit *Lemna minor* L. experimentiert habe, weniger mit *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. (*Lemna maior* L.). Ich betone es darum, da in den zitierten Arbeiten die beiden Pflanzen offenbar nicht genügend auseinander gehalten werden; Bottomley experimentierte mit L. *minor*, weniger mit *Sp. polyrrhiza*, übertrug aber die mit *Lemna* erzielten Ergebnisse — mit einer gewissen Selbstverständlichkeit — auf *Spirodela*; das gleiche betrifft Mockeridge. Ashby dagegen operiert allein mit *L. minor*, Saeger, Clark und Roller wie auch Olsen dagegen nur mit *Sp. polyrrhiza.* Nicht wenige Einwendungen der letztzitierten Autoren gegenüber Bottomley beruhen auf der irrigen, durch ihn allerdings selbst verschuldeten Annahme, dass *L. minor* sich genau so verhalten müsse wie *Sp. polyrrhiza.*

Versuchsmethodik.

Die von mir gefolgte Versuchsmethodik war, naturgemäss, nicht während den seit 8 Jahren geführten Versuchen die gleiche. Schon meine ersten, im Juli 1926 angesetzten Versuche, welche die Verifizierung der Bottomley'schen Ergebnisse zur Aufgabe hatten und darum genau ihm in seiner Technik folgten, erfüllten mich mit einem mächtigen Respekt für Bottomley's Intuition, die es ihm—trotz seiner recht primitiven Methodik—ermöglichte, derartig wichtige Entdeckungen zu machen. Ich erhielt damals, in Parallelgefässen einer gleichen Serie, nach mehrwöchentlicher Kultur von *L. minor* Mengen von Pflanzen, die um das 10-fache varierten,

und die sich jeder Wiedergabe entziehen. Daraus war zu folgern, dass die Bottomley'sche Methodik verlassen werden müsse, da sie offenbar prinzipielle unkontrollierbare Fehler enthält. Als hauptsächlichste Fehlequellen enthüllten sich mir diese:

a) die Undefiniertheit des Begriffes „Pflanze" inbezug auf *Lemna*,

b) das pH,

c) die Menge und Art der Nährlösung sowie ihre Konzentration,

d) Temperatur,

e) Licht und

f) Luftzutritt, wie

g) die Anwesenheit fremder Organismen.

Darum suchte ich in der Folge diese Fehlerquellen mit den mir zugänglichen Mitteln möglichst auszuschalten, wobei ich mich bemühte, Rücksicht auf die resultierenden morphologischen Effekte zu nehmen.

Ich werde darum im Nachfolgenden nur diejenigen Versuche anführen und besprechen, die folgenden Kritierien Genüge tun:

Zu a): eine *Lemna*pflanze kann — je nach den Wachstumsbedingungen — aus 1 bis 6 Sprossen („Blättern") bestehen. Das Auszählen von „Pflanzen" muss infolgedessen zu den fatalsten Schlüssen führen. Man kann sonach nicht die „Pflanze" als zahlenmässiges Kriterium anwenden, man muss sich auf den „Spross" beschränken. Aber, ein „Spross" kann völlig ausgewachsen sein oder sich kaum aus der Sprosstasche des Muttersprosses zu enthüllen beginnen! Man muss also zur Konvention seine Zuflucht nehmen. Ich werde im Nachfolgendem diejenigen als „Sprosse" zählen, die eine ungefähre Breite von 0,5 mm — ausserhalb des Muttersprosses — erreicht haben. Ashby (1, p. 774) ist — später — liberaler gewesen. Er nahm als „frond" - kriterium 0,9 mm an; das kann aber von grosser Bedeutung werden, wenn man seine Ergebnisse mit den meinigen vergleicht.

Zu b): Der pH-Wert der von Bottomley angewandten Nährlösungen (Detmer's und Knop's) ist niedrig, um 3,5 herum. Das liegt allerdings für *Lemna* nicht in ihrem Optimumbereich. Aber die schärfsten Kritiker, Clark und Olsen, vergessen, dass sie mit *Spirodela* experimentieren, die tatsächlich bei einem pH von $\pm$ 3,50 in 2 bis 4 Tagen zugrunde-

geht. *L. minor* ist viel weniger empfindlich, und ich habe—je nach den versuchten Nährlösungen — noch passables Wachstum von *L. minor* bei 3,30 konstatiert. Die Clark'sche Nährlösung, mit der stets Ashby experimentiert, besitzt ein pH von ± 4,80, das gleiche also, wie die Olsen'sche, die, je nachdem das dest. Wasser frischer oder älter ausgekocht ist, auch ein pH von 4,80 — 5,11 besitzt. Nach anfänglichen Fehlern, unter der Suggestion der Clark'schen Ergebnisse wie auch der phytogeographischen Anschauungen, dass *L. minor* eine „Kalkpflanze" sei, habe ich für meine Versuche ein pH von 6 bis 7 erstrebt; erst durch Erfahrung weise gemacht, korrigierte ich meine schliesslich als „Standardlösung" akzeptierte nicht mehr, die ein pH, je nach der Eisenquelle, von 4,84 bis 6,48 aufwies. Dieses pH stellt für *L. minor* das Optimum dar, wenn sie auch höhere und niedrigere pH= Werte verhältnismässig gut erträgt. Empfindlicher dagegen ist *Spirodela*. In mehrfach wiederholten Versuchen fand ich, dass ihr pH-Optimum um 5,55 liegt, während Clark, wie besonders aber Olsen, ihr pH-Optimum bei ca 7 resp. 7,50 finden. Beide wenden aber K-resp. Ca-nitrat als N-quelle an, die bekanntlich „physiologisch alkalisch" sind. Das zweifelsohne zu niedrige pH der von Bottomley angewandten Nährlösungen ist mit Rücksicht auf ihren grossen Gehalt an K-resp. Ca-nitrat von den Versuchspflanzen bald auf Grund ihrer „physiologischen Alkalinität" korrigiert worden. Auch die Einwendung von Ashby (3, p. 808), dass die pH-änderung der Clark-schen Nährlösung durch Zusatz von Pferdedungextract, der bei ihm einen Anstieg der (H·) von 4,80 auf ± 5,00 bewirkte, bedeutungsvoll sein mag, ist völlig belanglos. Auf derartig geringe pH-Schwankungen oder Änderungen reagiert *L. minor* gar nicht — oder — vorsichtiger ausgedrückt, in keiner bisher wahrnehmbaren Weise.

Zu c): Bottomley wandte die sehr konzentrierte Detmersche Nährlösung an, die 5,5 g Salze pro 1 L enthält. Neben dieser Lösung verwendete er in späteren Versuchen auch noch die Knop'sche Lösung, die 1 g Salze pro 1 L besass. Über den chemischen Charakter dieser „Nährlösungen" ist, einstweilen, wenig zu sagen. In beiden wachsen höhere grüne Pflanzen anfänglich sehr schlecht und werden leicht chlorotisch; nach und nach aber kommen sie „zu sich", die Nährlösungen beginnen gut zu wirken. Woran es liegt, mag

einstweilen unbesprochen bleiben. Sicher jedoch ist, dass beide Nährlösungen intuitiv offenbar-physiologisch ziemlich gut „balanciert" sind. Nun erscheinen mir die Vorwürfe, die besonders seitens Saeger, aber auch Clark, Bottomley gemacht werden, er habe zu konzentrierte Lösungen angewandt, höchstens berechtigt inbezug auf die Detmer'sche Lösung; Saeger gebraucht allerdings einen 10-fach verdünnten Knop, Clark aber eine noch etwas konzentriertere als die von Bottomley angewandte Knop'sche. Ausserdem bezeichnet jeder Autor etwas anderes als „Knop'sche Lösung": Bottomley gibt auf den Liter 0,5 g $Ca(NO_3)_2$, 0,166 g KNO_3 und die gleichen Mengen von KH_2PO_4 und $MgSO_4$, Olsen dagegen 0,60 g $Ca(NO_3)_2$, 0,30 g $MgSO_4$, 0,15 g KNO_3 und 0,15 g KH_2PO_4, während Knop selbst 1,0 g $Ca(NO_3)_2$ und je 1/4 davon KH_2PO_4, $MgSO_4$, KNO_3 und 0,12 g KCl gab - später aber das KNO_3 ausliess. Also, eine andere Konzentration und ein anderes Ionenverhältnis. Ich werde darum die von Olsen angewandte Lösung *nicht* als Knop'sche, aber als Olsen'sche bezeichnen. Ich habe aber bald nach meinen anfänglichen Misserfolgen mit den von Bottomley angewandten Lösungen diese völlig verlassen und habe alle unten angeführten Versuche mit einer Nährlösung ausgeführt, die im Liter doppelt aus Glas destillierten Wassers 50 mg NH_4NO_3, 25 mg $Ca(H_2PO_4)_2$. aq, 15 mg KCl, 15 mg K_2SO_4, 25 mg $CaSO_4 . 2$ aq, 29,5 mg $MgSO_4 . 7$ aq und 20 oder 30 mg Na_2CO_3 sine aqua, nebst verschiedenen Zusätzen, enthielt. Für länger dauernde Versuche ohne Wechsel der Nährlösung gab ich die doppelte Konzentration mit Ausnahme des Na_2CO_3. Dem Vorwurf, dass die angegebene Nährlösung viel zu wenig feste Stoffe enthalte, möchte ich von vornherein damit begegnen, dass ich von Anfang an die Versuchsgefässe nicht mit zehn, zwanzig oder hundert Exemplaren von *Lemna* oder *Spirodela* beschickte, wie es die zitierten Autoren taten, aber mit *einem* oder zwei Sprossen. Auf eine eventl. Erschöpfung der Nährlösung wurde von vornherein Rücksicht genommen auf Grund nachstehender statischer Erwägungen: Nach Wolff (Aschenanalysen) enthält *Lemna trisulca* 25,5 % Reinasche in ihrer Trockensubstanz. Ich habe zahlreiche Aschenbestimmungen an *L. minor* ausgeführt und festgestellt, dass in der vorher angegebenen Lösung nie — mit einer Ausnahme — ihr Aschengehalt 20% überstieg. Ihr Aschen-

gehalt war soger erstaunlich konstant und schwankte in den engsten Grenzen, meist zwischen 19 und 20%, selten bis 17,2% herabgehend, Nur *einmal* betrug er 27,8%, welcher Gehalt wiederum normal war für *L. minor*, die auf Olsen's Nährlösung aufgewachsen war. Meine Lösung enthielt etwa 100 bis 200 mg feste Stoffe (abgesehen vom N), welche Menge also für 500 bis 1000 mg *Lemna*trockensubstanz vom Liter ausreichen müsste, während ich höchstens 250 mg Trcksubst. erhielt. Was die N-gabe anbetrifft, so enthält meine Lösung 17,5 mg N pro Liter resp. 35 mg. *L. minor* ist nun recht stickstoffreich, aber ihr N-gehalt schwankt in engsten Grenzen zwischen 7,0 und 7,5%. Mit 17,5 mg N im Liter kann man sonach ca 230 mg *Lemna*trockensubstanz erzielen. Ausserdem aber habe ich stets — je nach Bedarf — den Kulturen noch NH_4NO_3 zugesetzt. Der Vorteil aber, den schwach konzentrierte Lösungen besitzen ist gross, da die anfängliche Hemmungsphase der Sprossbildung, insbesondere bei einer Anfangssprosszahl von 1 oder 2, sehr stark verkürzt wird, andernseits schon schwache Giftwirkungen seitens der Lösung manifest werden. Ich muss aber bemerken, dass *Spirodela* weniger empfindlich für die Anfangskonzentration der Nährlösung ist als *L. minor*.

Was die Nährlösungsmenge pro Kulturgefäss anbetrifft, so waren alle unten aufgeführten Versuche mit Mengen von 500 cm³ pro Gefäss ausgeführt. Anfänglich operierte ich mit 200, 350 und 1000 cm³; Bottomley gab stets 150 cm³ Nährlösung, Olsen kultivierte in 500 cm³—Schalen, also wahrscheinlich in 300—350 cm³ Lösung, Ashby in 200 cm³-Kolben von konischer Gestalt, also vielleicht mit 50 bis höchstens 100 cm³ Lösung.

Als Kulturgefässe wurden in den unten zu besprechenden Versuchen stets Glasschalen von 710 cm³ Inhalt, einem Durchmesser von 115 mm und einer Höhe von ca 75 mm gebraucht. Anfänglich gebrauchte ich breitere aber flachere Schalen oder Glaskolben (Schott oder Pyrex) verschiedener Gestalt: Erlenmeyerform, Rundkolben mit flachem Boden oder sehr flache, breite Erlenmeyer, mit Watte verschlossen. Kolben aber, wenn es sich nicht um Reinkulturen handelt, sind sehr unzweckmässig wegen der ungleichmässigen Belichtung (Schatten des Wattestopfens), der herabgesetzten Luftdiffusion, und den Wasserdampfniederschlägen an den

Kolbenwänden. Ich erhielt mit gleicher Nährlösung und gleichen anderen äusseren Faktoren in Kulturen, welche in Kolben und in Krystallisierschalen zum Vergleich gleichzeitig angesetzt wurden, recht ungleiche Resultate; die Glasschalen erwiesen sich bedeutend überlegen und lieferten, wenn von unten und den Seiten durch aufgeklebtes, nach innen zu gekehrtes schwarzes Papier beklebt, den Kolben weit überlegen. Man kann nämlich, falls man nicht eine Aëration durch feste Stopfen und Zu- sowie Ableitungsröhren der Kulturkolben ausführt, keine gleichmässige Gasdiffusion durch noch so sorgfältig verfertigte Wattestopfen sichern. Allerdings bot der Verschluss der Kulturschalen im Anfang viel Schwierigkeiten. Aufgelegte Glasscheiben führten im direkten Sonnenlicht zu einer übermässigen und schädlichen Erwärmung der Kulturflüssigkeit und einem Krankeln der Versuchspflanzen, andernseits kondensierte sich viel Wasserdampf aus der Kulturflüssigkeit an den Glasscheiben, ähnlich, wie es mit den Wattestopfen auf den Kolben in direktem Sonnenlicht geschah, wodurch die Luftzirkulation noch stärker herabgesetzt wurde. Nach den Misserfolgen mit Glasscheiben griff ich zu durchscheinendem dünnem Fettpapier, und sobald Cellophan erhältlich wurde, sofort zu ihm. Das Papier resp. das Cellophan wurde mit Fischleim auf die Glasschalen sorgfältig aufgeklebt; zwecks Regelung der natürlichen Gasdiffusion wurde vorher in allen „Deckeln", die in einer Versuchsreihe notwendig waren, die gleiche Anzahl und die gleiche räumliche Verteilung von kleinen, 1 mm im Durchmesser haltenden Löchern, ausgeführt. Die Löcher wurden mittels einer gehärteten Stahlnadel an allen für die Versuchsreihe notwendigen Deckeln gleichzeitig gebohrt, wobei ihre Anzahl, für die einzelnen Versuche, die unten besprochen werden, mindestens 97 und höchstens 112 pro 104 cm^2 Schalenfläche betrug. Dadurch hoffe ich in den verschiedenen Versuchen gleichmässige Gaswechselverhältnisse geschaffen zu haben. Farbloses Cellophan ist für alle für die CO_2 — Assimilation in Betracht kommenden Lichtstrahlen völlig durchlässig.

Was — d) — die Temperaturverhältnisse bei meinen Versuchen anbetrifft, so stellt sich diese Angelegenheit minder günstig vor. Ausser Ashby, der in dieser Beziehung sehr genau ist, hat sich keiner der zitierten Untersu-

cher damit bemüht. Ashby wandte in allgemeinen eine Temperatur von ca 23 bis 25° an, in seinen letzten Versuchen über die Wirkung von „Auximonen", 25° mit einer Schwankung von 3°. Da ich mich möglichst in dieser Beziehung den natürlichen Verhältnissen habe nähern wollen, so nahm ich Abstand davon, um zur konstanten Temperatur zu gelangen, die ja ausserdem kostspielige Einrichtungen verlangen würde, die für mich in den gegebenen Verhältnissen unerreichbar waren. Ich habe mich darum auf Notierungen der täglichen Minima — und Maximatemperaturen beschränkt, die bei den vorzuführenden Versuchen angegeben werden. Hier nur mag gesagt werden, dass bei den im Gewächshaus durchgeführten Versuchen die täglichen Temperaturschwankungen sehr beträchtlich waren, insbesondere bei Versuchen während des Spätfrühjahrs und des Sommers, während bei den Laboratoriumsversuchen die Temperaturschwankungen in allen Jahreszeiten, abgesehen von selteneren Einzelfällen, sich im Bereich von 5 — 6° bewegten, im frühen Herbst und Winter sogar weniger.

Was — e — die Belichtung anbetrifft, hat nur Ashby darüber Angaben gemacht. Er führte seine Versuche in Lichtintensitäten von 350 bis 1400 „foot-candles" aus, die „Auximon"- Versuche bei 550 resp. 660 „foot-candles". Ich bediente mich natürlichen Lichtes, nur gelegentlich zur künstlichen Belichtung greifend, worüber bei den betreffenden Versuchen Angaben gemacht werden. In den Gewächshausversuchen waren darum die Lichtintensitäten naturgemäss sehr verschieden, in den Laboratoriumsversuchen dagegen viel konstanter. Was die letzteren anbetrifft, so überstieg die Lichtintensität, da die Kulturgefässe sich an grossen N-W-N-Fenstern befanden, im Spätfrühjahr und im Hochsommer selten, und nur vorübergehend in den Stunden zwischen 10 und 12 Uhr, 7000 Lux; an hellen Tagen betrug sie, im Mittel, 1500—3000 Lux, an trüben sank sie bis auf 250 herab, während des Tages. Falls ich mit künstlichem Lichte habe nachhelfen wollen, nur während den Nachtstunden, brachte ich es, mit Rücksicht auf die grosse Kulturgefässzahl in jeder Versuchsserie, mit Osramlampen nicht über 220 Lux. *L. minor* und *Spirodela* verhalten sich dem Licht gegenüber recht verschieden. *Spirodela* ist, im Vergleich zu *Lemna*, weit mehr Lichtpflanze. Während *Lemna* noch mit einigen Lux einige Wochenlang

passabel vegetieren kann, versagt *Spirodela* bei Tagesintensitäten von 150 bis 250 Lux völlig — und reagiert auf ungenügende Belichtung, unabhängig von der Jahreszeit, mit der Bildung von Wintersprossen.

Über f — den Luftzutritt, wurde eigentlich schon gesprochen; darum möchte ich hier nur nochmals betonen, dass für Kulturversuche in „natürlichen" Bedingungen Glaskrystallisierschalen weit geeigneter sind als watteverschlossene Kolben beliebiger Gestalt, falls es sich nicht um Reinkulturen handelt, worüber ich aber hier nichts zu berichten habe. Von früheren Autoren berücksichtigte nur Ashby diese Frage, der in seiner geschlossenen Kulturkammer, naturgemäss, für Luftzirkulation hat sorgen müssen. Die mit Wattestopfen versehenen Kulturkolben waren—im Auximonversuch — auch bei ihm nicht gelüftet (nur die Kulturkammer). Ich habe in den ersten Jahren meiner Versuche mit *Lemna* mehrmals versucht, die Kulturkolben ständig oder intermittierend zu gasen. Die Ergebnisse aber — besonders mit CO_2 - reicherer Luft, die dann bis 8% CO_2 enthielt — waren derart, dass sich die grosse Mühe gar nicht verlohnte—so dass die unten zu besprechenden Versuche nie künstlich gelüftet waren. Die Versuchsmethodik war also derart, dass höchstwahrscheinlich in der Dunkelheit nie Sauerstoffmangel eingetreten war, obwohl bei starker Belichtung, besonders im Gewächshaus, wohl am Tage die Kohlensäure im Minimum öfters gewesen sein mag.

Was endlich, g — die Anwesenheit fremder Organismen in meinen Kulturen angeht — so habe ich in den hier berichteten Versuchen keineswegs Reinkulturen gehabt. Im Gegenteil! Die Mehrzahl meiner Versuche ist, besonders durch unerwünschte Algenvegetation, unbrauchbar geworden, im Winter gelegentlich, auch durch Pilzvegetation. In den Wurzeltaschen von *L. minor* kommen stets *Cyanophyceen* vor, deren Anwesenheit aber für *Lemna* nicht hemmend zu sein scheint und welche niemals sich stark entwickeln, besonders bei gut wachsenden Kulturen. Fatal dagegen sind sich einstellende *Chlorophyceen*, und darunter ganz besonders eine *Hormidium*art, höchstwahrscheinlich *H. nitens* Klebs. Es verklebste mir — besonders in den ersten Jahren — die Mehrzahl der Versuche. Ich habe sehr viel Mühe auf das Erhalten von Reinkulturen meiner Versuchspflanzen aufgewendet. Bakterienfreie Kulturen erzielte

ich niemals, wohl aber öfters algenfreie, die sich aber in diesem Zustande niemals lang erhielten, da Frischinfektionen, falls man nicht in mit Watte verschlossenen Kolben kultiviert, nicht zu umgehen sind. Abgesehen von Clark, ist keiner der zitierten Autoren auf diese Angelegenheit deutlich eingegangen, trotzdem sie von prinzipieller Bedeutung ist, umsomehr, als der Vater des Auximonproblems, Bottomley, gerade in Bakterien und auch Algen — wie aus gelegentlichen Bemerkungen zu folgern ist, die Auximonproduzenten erblickt. Ich habe mich darum bemüht, wenigstens indirect die Bakterienanwesenheit auf das Wachstum von *Lemna* zu schätzen. **Hier sei nur noch bemerkt, dass alle meinen** zeitweiligen „Reinkulturen" von *Lemna*, nach verschiedensten Methoden—selbstverständlich auch den Clark'schen, erzielt—kranke oder dauernd kränkelnde Pflanzen ergeben haben — mit denen keine Versuche riskiert werden konnten und die sich — nach längerer Beobachtungszeit — überdies stets als nicht bakterien-frei entpuppten.

Zum Schluss wäre noch ein methodisches Problem zu besprechen, dass vorhin schon berührt worden ist, u. zw. handelt es sich um die Anfangszahl der in den Versuch eingeführten Pflanzen. Das Auximonproblem, wie es von Bottomley aufgestellt ist, erinnert in vielem an das immer noch nicht gelöste „Bios"-Problem Wildier's. Wie Saeger, Clark und auch Ashby zeigen, kann *Lemna* resp. *Spirodela* in rein mineralischen Nährlösungen kultiviert werden. Das gleiche betraf auch Hefen, wie A. Mayer schon längst bewiesen hatte. Das Biosproblem enstand aber daraus, dass Hefen sich in rein mineralischen Nährlösungen passabel entwickeln, wenn keine Rücksicht auf die Menge der eingeimpfen Zellen genommen wird, oder vielmehr, wenn man mit verhältnismässig grossen Zellenmengen impft. Ein völlig anderes Bild ergiebt sich, sobald man mit sehr geringen Mengen die mineralischen Nährlösungen plus Zucker, beschickt. Keiner der hier zitierten Untersucher hat diese Frage aufgeworfen, keiner hat sie geprüft. Von Anfang an habe ich aber an die Möglichkeit solcher „Bios"—(Wildier) resp. „Allelokatalyse" — (Robertson) Verhältnisse auch bei dem Auximonproblem gedacht und habe dementsprechend die in die Versuche einzuführende Pflanzenanzahl besonders beachtet. Darum habe ich anfänglich *stets* nur einen Spross

in die Kulturgefässe eingeführt, später auch zwei oder mehr. Bottomley führt gewöhnlich je 20 Pflanzen in jede Kulturschale ein, seltener 10. Ebenso verfahren die übrigen die Auximonfrage untersuchenden Autoren mit Ausnahme von Ashby, der sogar stets 100 Sprosse (nicht Pflanzen) einführt.

Ich habe, um einen klareren Einblick in den Wachstumsverlauf der *Lemna*-Kulturen zu erhalten, eine einfache und darum schnellausführbare Umrechnungsart eingeführt, die in den Tabellen und den Kurven angewandt ist, die ich noch hier erläutern möchte: In den Tabellen gebe ich Zahlen unter Rubriken, die „Z-Q“ bezeichnet sind. Dieser „Zuwachsquotient“ „Z-Q“ wird so berechnet, dass die jeweilige Anzahl Sprosse, nach Abzug der in das Kulturgefäss eingeführten Sprosse, dividiert wird durch die Anzahl Tage die seit dem Kulturbeginn verflossen sind mal die Anfangszahl der Sprosse. Bei konstantem Wachstum müsste diese Zahl proportional zur Zeit steigen, einer logarithmischen Wachstumskurve also ähnlich verlaufen. Daneben gebrauche ich noch eine Berechungsweise, die ich—gleichfalls ganz provisorisch—als „Wachstumsquote“ bezeichne. Diese berechne ich schnell auf die Weise, dass ich die jeweilig am Zähltag gefundene Sprossanzahl, nach Abzug der am voraufgegangenen Zähltage gefundenen Sprossanzahl, durch die an diesem Tage vorhandene Sprossanzahl mal Tage dividiere. Bei konstantem Wachstum — Vermehrungsgeschwindigkeit müsste diese Zahl während der ganzen Kulturdauer gleichfalls konstant bleiben. Diese beiden Berechnungsarten, deren Ungenauigkeit mir völlig bewusst ist, und die ich hier nur ganz provisorisch angebe, ermöglichen es mir, mich ganz schnell während der Versuchsdauer darüber zu orientieren, ob die Versuchspflanze ein konstantes oder gestörtes Wachstum aufweist.

Versuchsergebnisse.

Aus der grossen Anzahl von Versuchsergebnissen, die ich in 8 Arbeitsjahren erhalten habe, werde ich im folgenden nur wenige anführen, u. zw. diejenigen, die keine aufgedeckten Fehler enthalten und Licht auf das von Bottomley auf-

gestellte Problem oder auf die von den zitierten Auximonautoren erzielten Versuchsergebnisse zu werfen vermögen.

Bottomley, Saeger, Clark und Ashby stellten die Auximonwirkung von Dünger—resp. Erd—(Clark) und Pflanzenextracten (Clark, Mockeridge) fest. Olsen erklärt sie mit der *Fe*-assimilation. Bottomley wie auch Ashby führen die „Auximonwirkung" auf den organischen Anteil der Extracte. Meine *Azotobacter*versuche lehrten mich, dass nicht allein der organische Teil von Bodenextracten wirksam ist, dass der mineralische Teil gleichfalls mitwirkt. Darum führte ich den nachfolgenden Versuch aus, der am 23. Juni 1930 begonnen und mit je einer *L. minor* mit 2 Sprossen angesetzt wurde. Als Erdextract gebrauchte ich einen, der sich für *Azotobacter* als sehr wirksam erwies; er wurde aus fruchtbarer Gartenerde mit aus Schott'schem Glas destilliertem Wasser (1:2) präpariert, enthielt 0,382% Trockensubstanz und darin 48,93% Asche. Sein pH betrug 7,42 (mit einer Chinhydronelektrode gemessen). Die Nährlösung enthielt im Liter 0,10 g NH_4NO_3, 0,05 g $Ca(H_2PO_4)$.aq, 0,03 g KCl, 0,03 g K_2SO_4, 0,05 g $CaSO_4$.2 aq, 0,059 g $MgSO_4$.7 aq und 0,03 g Na_2CO_3 (sine aq.), ohne irgendwelche Zusätze. Mit dieser Lösung wurden 7 Serien angesetzt, in Krystallisierschalen von 710 cm³ Inhalt, mit je 500 cm³ Lösung, mit schwarzem Papier beklebt, mit völlig transparentem, in allen Schalen gleichgelochtem Fettpapier verklebt und in dreifacher Wiederholung (im Ganzen also 21 Schalen) in einem N-W-N-Fenster aufgestellt. Die Temperatur schwankte zwischen 19 u. 26° C, die Lichintensität erreichte 7000 Lux und betrug im Mittel während des Tageslichtes etwa 2500 Lux. Die I Serie erhielt kein *Fe*, die II: 1,0 mg *Fe* pro 1000 cm³ als $FeSO_4 . 7\, aq$, die III als Fe_2Cl_3, die IV als *Ferrizitrat*, die V. 1 cm³ Erdextract = = 3,82 mg Trockensubstanz, die VI. die gleiche Menge Erdextract + 1,0 mg *Fe* als Fe_2Cl_6, die VII. 1,87 mg Erdextractasche, entsprechend 1 cm³ Erdextract. Das Anfangs-pH wurde auf 6,70 festgelegt. Es wurde während der Versuchsdauer zweimal, am 11. und 24. Juli korrigiert; an den in der Tabelle I angegebenen Daten wurden die *Lemna*pflanzen ausgezählt. Die Pflanzen begannen nach etwa 12 Tagen Erscheinungen von Chlorose in den Serien ohne Erdextract aufzuweisen, am 11 Juli war die Chlorose schon fortgeschrit-

tener, so dass am nächsten Zähltage die deutlich chlorotischen Pflanzen ausgezählt werden mussten; die Ergebnisse dieser Zählung sind gleichfalls in der Tabelle I angegeben. In den Parallelgefässen aller Serien — mit Ausnahme der Serie II (mit Ferrosulfat) — war die Entwickelung der *Lemna* recht gleichmässig, so dass der Mittelwert, der in der Tabelle angegeben ist, nur mit kleinen Schwankungen belastet ist, die am geringsten in der Serie mit *Fe-zitrat* waren (+ 1,5%), in den Bodenextractserien ca + 5% erreichten, am grössten mit *Ferrosulfat* (über 100%!) waren. In den Serien V und VI waren die Pflanzen auffallend gross und gesund, kleiner und blass waren sie in der *Fe*-freien Lösung, ganz bedeutend kleiner in den übrigen Serien. Bei der Liquidierung des Versuches am 6.VIII wurden je 20 Sprosse gemessen. In den Serien V u. VI betrug die mittlere Einzelsprossfläche 12,4 mm^2, in Serie I 11,6 mm^2, in den übrigen blieb sie unter 5 mm^2; am dicksten — und die nicht chlorotischen — am tiefgrünsten waren die Sprosse in Serie VII (mit Erdextractasche). Die Wurzelentwickelung war recht verschieden: überall, wo die *Lemna* freudig wuchs, waren die Wurzeln kurz, im Mittel nicht einmal 1 cm Länge erreichend. In den Lösungen ohne Erdextract dagegen waren sie sehr lang, gewunden, oft spiralig gedreht und die Wurzelspitzen fast stets geotropisch negativ gekrümmt, mit Ausnahme von Serie III (mit *Ferrizitrat*). Die längsten Wurzeln waren in Serie I (ohne *Fe*) und in VII (mit Erdextractasche). Die Endresultate dieses — nicht durch *Chlorophyceen* gestörten Versuches, gibt Tab. I wieder. Den vorhin erwähnten rohen „Zuwachsquotienten“ (Z-Q) stellt die Kurve in Fig. 182 dar.

Am Tage der Liquidation des Versuches wurde das pH in allen Gefässen bestimmt und betrug: Serie I: 5,30, II: 5,11, III; 6,08, IV: 4,65, V: 5,63, VI: 5,02 und VII: 4,33. Überall—mit Ausnahme der Lösung mit *Ferrizitrat*, trat eine starke Ansäuerung ein.

Was nun die Ergebnisse des obigen Versuches anbetrifft, so tritt vor allem die Wirkung des Bodenextractes ganz besonders scharf hervor. Es ist sehr wenig wahrscheinlich, dass die Bodenextractwirkung sich auf *Eisen* zurückführen liesse, wie es Olsen für *Spirodela* glaubt bewiesen zu haben, da der Zusatz von *Eisenchlorid* zur Extractserie von Anfang an das Wachstum von *Lemna* gegenüber der Extractserie ohne Eisen-

TABELLE I.

	3. VII		11. VII		19. VII			24. VII			6. VIII		Trockensubst. mittel mg.	Einzel-Sprossgewicht γ
	Sprossanzahl mittel	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	% Chlorot. Sprosse	Sp.-A	Z-Q	% Chlorot. Sprosse	Sp.-A	Z-Q		
I ohne Fe	6,66	0,330	24,66	0,686	53,33	1,025	29	56	0,903	100	59,33	0,674	3,2	53,9
II $FeSO_4 \cdot 7aq$	1,33	0,066	2,66	0,074	8,0	0,154	83	6,33	0,101	100	10,33	0,117	—	—
III Fe-citrat	4,66	0,233	16,66	0,463	32,66	0,629	90	33	0,561	100	35,3	0,401	—	—
IV Fe_2Cl_6	3,33	0,165	10,66	0,296	18,0	0,346	67	19,66	0,318	100	22,33	0,253	—	
V 3,82 mg[1]) Bodenextract	32,66	1,63	69,66	1,93	139,66	2,68	0,7	252	4,06	16,4	712	8,09	58,3	81,8
VI wie vor + Fe_2Cl_6	39	1,95	98	2,72	200	3,84	0,3	321,66	5,19	31,6	941	10,69	80,6	85,6
VII 1,87 mg[1]) Boden-extractasche	25,66	1,28	53	1,47	90	1,73	18,1	141,33	2,28	57	190	2,09	14,7	77,3

[1]) pro 1000 cm^3 Nährlösung.

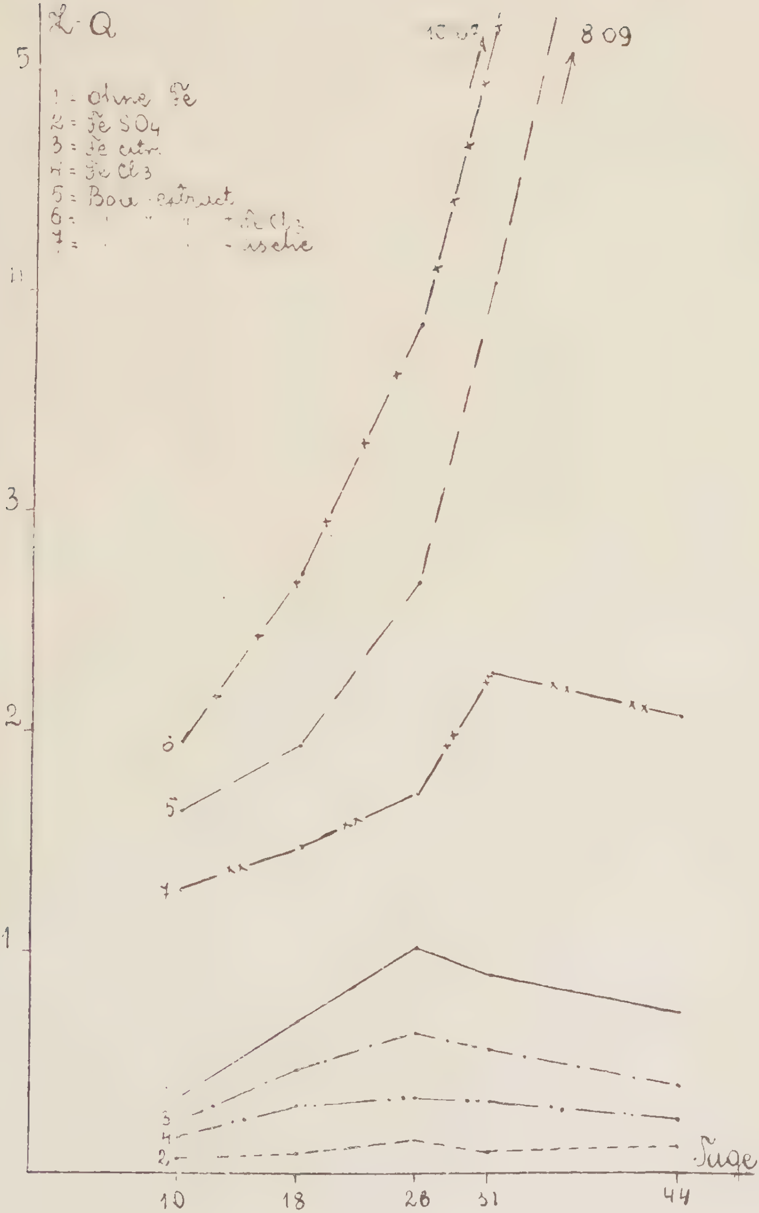

Z-Q
8 09
1 = ohne Fe
2 = Fe SO4
3 = Fe citr.
4 = Fe Cl3
5 = Bou-extract
7 = - asche
5
3
2
1
Tage
10
18
28
31
44

Fig. 182.

zusatz deutlich begünstigte. Überdies lässt die Vermehrung der *Lemna* in dieser Serie gegen das Ende des Versuches nach: der „Z-Q" ist in Serie V 8,09, in Serie VI 10,69, die tägliche „Wachstumsquote" am letzten Zähltage in Serie V 0,140, in VI 0,149. Aus dem fortlaufenden Wert dieses Quotienten müsste man der Serie VI eine bessere Prognose inbezug auf ihr weiteres Wachstum stellen als der Serie V. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der angewandte Bodenextract genügend *Eisen* enthielt, dass die Eisenmenge aber nicht optimal war und sich im Laufe des Versuches zu erschöpfen begonnen hatte. Eine sicherere Interpretation der Sachlage ist aber erschwert dadurch, dass in diesem Versuche aus mir unverständlichen Gründen Chlorose ganz besonders stark aufgetreten war. Sie machte sich derart bemerkbar, dass in den Bodenextractfreien Serien die Sprosse schon nach 12 Tagen blass wurden (in der Eisenfreien Serie I noch früher), dann plötzlich weisse Ränder mit tiefgrüner Sprossmitte aufwiesen, um dann völlig weiss zu werden. Dieser letztere Prozess verlief zwar nicht an allen Pflanzen in den Kulturgefässen zugleich, er ergriff sie aber schliesslich alle, nur zu verschiedener Zeit. Ich wäre sehr geneigt anzunehmen, dass diese ungewöhnlich starke Chlorose darauf zurückzuführen ist, dass ich in der Nährlösung für diesen Versuch absichtlich alle Zusätze, die ich in den meisten Fällen den Nährlösungen gab, absichtlich ausgelassen habe. Die Zusätze enthielten stets Mn, Zn, Cu, As, B, Al, Ti, Si, I und F; da aber meine Untersuchungen über die Wirkung dieser „Stimulatoren" noch nicht einigermassen zum Abschluss gekommen sind, so möchte ich mich lieber nicht näher auf diese Frage einlassen. Sicher scheint es jedenfalls zu sein, dass Eisenzitrat — in den hier gegebenen Verhältnissen — keinenfalls die Wirkung von Bodenextract hat ersetzen können, da der Bodenextract die 20-fache Ernte bewirkte im Vergleich zu Eisenzitrat. Dieses wirkte zwar besser als *Ferrichlorid* oder *Ferrosulfat*, aber am stärksten traten die Chloroseerscheinungen gerade bei ihm auf. Die Serie mit Eisenzitrat hatte zwar das höchste End-pH, aber dieses sollte — wie ich vielfach in anderen Versuchen habe feststellen können, noch nicht hemmend wirken sollen. Aber — dieses pH hätte die Löslichkeit des *Fe-ions* stark herabsetzen und dadurch die Eisenassimilation seitens *Lemna* hemmen können. Man müsste dann—gegen Olsen—annehmen, dass

Eisen doch in ionisierter Form und nicht in komplexer oder überhaupt molekularer Form aufgenommen wird oder werden kann. Jedoch — dieses Problem spielt in das Gebiet von Durchlässigkeitsfragen der Plasmamembran hinein, die ja bei verschiedenen Pflanzen recht verschieden sein mag; auch experimentierte ja Olsen mit *Spirodela* und nicht mit *Lemna*. Das nächste Ergebnis dieses Versuches, welches einige Bemerkungen verlangt, ist die Wirkung der Bodenextractasche. Bottomley wie Ashby, die dieses Problem behandeln, sind darin einig, dass der Boden — (resp. Dünger— oder Torf—) Extract nur durch seinen organischen Bestand wirkt. Ich habe, auf Grund meiner vielen *Azotobacter*—Versuche erwartet, dass die Extractasche besser wirken würde. Unzweifelhaft wirkt sie z. T. durch ihren assimilierbaren Eisengehalt, da in dieser Serie die Chlorose später aufgetreten ist als in der eisenfreien Serie. Unzweifelhaft waren aber die Pflanzen in dieser Serie schliesslich zum Absterben verdammt, da sowohl der „Z-Q" als die tägliche Wachstumsquote vom 31. Tage ab eine schnell fallende Tendenz zeigen. Ob die Aschenwirkung allein auf der Eisenwirkung beruht, lässt sich nach diesem Versuch gar nicht entscheiden, obwohl — mit Rücksicht auf die Ergebnisse über die Aschenwirkung von Bottomley und Ashby — daran zu denken wäre, weil bei diesen Autoren die Extractasche in voller, also eisenhaltiger Lösung untersucht wurde. Diese Angelegenheit ist hier umso problematischer, da in diesem Versuch eine ungewöhnlich starke Chlorose auftrat aus nicht genügend aufdeckbaren Gründen. Meinen Erfahrungen an *Azotobacter* gemäss, hatte ich, wie erwähnt, eine weit bessere Wirkung der Extractasche erwartet — obwohl mir zur Genüge bekannt war (6, p. 230), dass nicht alle Bodenextractaschen gleich wirksam sind.

Noch ein Ergebnis des obigen Versuches ist hier zu besprechen, welches für mich ebenfalls recht unerklärlich ist, u. zw. die Entwickelung von *Lemna* in der eisenfreien Serie. Nach der Grösse der sich in dieser Serie entwickelnden *Lemna*sprosse zu urteilen, „fühlte" sich *Lemna* in dieser Lösung recht gut. Die Sprossfläche nähert sich derjenigen in den Bodenextractserien (V und VI), die Sprosse sind nur blässer. Die „Z-Q" sind anfänglich höher als in den Serien II, III u. IV, die mit Eisen versorgt sind. Ihre Eisen-

versorgung scheint zwar nicht ganz ausreichend zu sein, aber in der ersten Versuchszeit erträglich. Es scheint sogar, dass das Eisen — in den gegebenen Lösungen und Versuchsumständen — giftig ist, oder wenigstens, dass es die Sprossflächenentwicklung hemmt. Am meisten unterscheidet sich die *Lemna* hier von derjenigen in den Bodenextractserien (V und VI) durch ihre Wurzelentwickelung. Während die Pflanzen in den Serien V und VI kurze, 1 cm Länge nicht überschreitende, Wurzeln besitzen, sind sie hier, in der eisenfreien Lösung, bis 5 cm lang, gedreht und gekrümmt. Es ist doch wohl nicht der Stickstoff allein, der das Wurzelwachstum der Pflanzen hemmt, wie es zuerst I. Kosiński beobachtet hatte! Aber — woher schöpft die *Lemna* in dieser Lösung das Eisen? Nach Wolff enthält *L. trisulca* 9,4% Fe_2O_3 in ihrer Asche, die 25,5% der Trockensubstanz ausmacht. Bei *L. minor* fand ich etwas weniger, etwa 7,5%. Da nun *L. minor* in meinen Versuchen normalerweise 20% Asche enthielt, wovon $\pm$ 7,5% Fe_2O_3, so würden auf eine in jede Kulturschale eingebrachte 2-sprossige *Lemna* von ca 200 γ Trockensubstanz, etwa 3 γ Fe_2O_3, also ca 2 γ *Fe* kommen. Da die Endanzahl der Sprosse in dieser Serie für jede Kulturschale im Mittel 59 betrug, das Gewicht der Einzelsprosse aber auf 54 γ heruntergegangen war (Endgewicht pro Schale 3,2 mg), so würde die benötigte Eisenmenge immerhin noch 48 γ, (als *Fe* noch ca 33 γ) betragen, während mit der eingebrachten Pflanze nur ca 3 γ eingeführt worden war. Sonach musste entweder die Nährlösung Eisen enthalten oder das Glas der Kulturschale gab es an die Lösung ab. Zur Aufklärung dieser Angelegenheit musste sonach ein neuer, noch sorgfältiger ausgeführter Versuch angesetzt werden. Überdies muss man, bei der verwendeten Nährlösung, noch an Giftwirkungen sowohl des Ferro-wie des Ferriions denken, die sich einem aufdrängen, wenn man den Wachstumsverlauf in den einzelnen Bodenextract-freien Serien vergleicht.

Von morphologischen Erscheinungen, die in diesem Versuch aufgetreten waren, habe ich die verschiedene Wurzelentwickelung schon gestreift. Ganz allgemein möchte ich nur feststellen, dass in beliebigen Nährlösungen mit genügend hohen Bodenextractgaben die Wurzeln der *Lemna* kurz bleiben, bis 1 cm lang, oder eher kürzer, während in Extract-

freien Lösungen—allerdings nicht in allen in gleicher Weise—die *Lemna* bedeutend längere Wurzeln entwickelt. Man könnte dies am einfachsten damit erklären, dass in Nährlösungen, welche günstig für die *Lemna*-Entwickelung sind, die Bildung neuer Sprosse so schnell vor sich geht, dass die jeweiligen Muttersprosse keine Zeit haben, in der Gesamtheit ihre Wurzeln zur normalen Länge zu bringen, oder, mit anderen Worten, das mittlere Alter einer sich in günstigen Nährlösungsverhältnissen befindlichen Population ist niedriger als das Alter einer langsam — oder gehemmt — wachsenden Population, was zur Folge die Vollentwickelung der Wurzellänge hätte. Ich glaube aber, besonders auf Grund des Auftretens von Krümmungen, Windungen und Drehungen, die an den langen Wurzeln auftreten, dass die Sachlage nicht so simpel ist. Jedoch verlangt diese Sachlage eingehenderer Untersuchungen. Resümierend möchte ich sagen, dass die Länge und der Verlauf der Wurzeln bei *L. minor* allein schon ein gutes und sicheres Kriterium für das Wohlbefinden dieser Pflanze in einer gegebenen Nährlösung liefern.

Neben den auffallenden Unterschieden in der Wurzelausbildung möchte ich hier noch die Beobachtungen von Bottomley und Ashby über die frappante Sprossflächenentwicklung bei *Lemna* in rein mineralischen und mit Bodenextract (oder anderen, von den Autoren untersuchten Extracten) versetzten Lösungen nachdrücklichst bestätigen. Bottomley legt — meiner Ansicht nach völlig zurecht—eine grosse Bedeutung dieser auffallenden Sprossflächenvergrösserung, durch organische Extracte hervorgerufen, bei. Er hat sie aber nicht zahlenmässig festgestellt, was aber Ashby nachholt. Ashby stellt im allgemeinen eine Sprossflächenvergrösserung, durch Pferdedungextract bewirkt, von etwa 30% fest. In besseren Nährlösungsverhältnissen, mit wirksameren Extracten und sonstigen Bedingungen, vor allem aber, wie wir scheint, mit längerer Kulturdauer, hätte er sicherlich weit grössere Unterschiede festgestellt. In meinen—verglichen mit Ashby—doch weit zahlreicheren Versuchen konstatierte ich öfters Sprossflächenunterschiede—für die Einzelsprosse—bis 300%, die durch Boden- oder andere Extracte hervorgerufen wurden. In den meisten—aber nicht in allen—rein mineralischen Nährlösungen sind die *L. minor*-Sprosse fast rund, kalottenartig gewölbt, glänzend. Bodenextracte verursachen mehr ovale Sprossfor-

men, die flacher und—v e r h ä l t n i s m ä s s i g—dünner sind. Ihre Oberfläche ist weniger glatt, mehr gewellt, so dass sie matter, weniger glänzend, erscheinen. Mit der Flächenentwickelung steigt auch das Sprossgewicht, was ich hier, gegenüber A s h b y, ganz besonder betonen möchte. Es ist mir völlig unbegreiflich, falls A s h b y's Trockensubstanzbestimmungsmethode richtig war, wie er behaupten könne, dass das Einzelgewicht der „auximonbehandelten" Sprosse gegenüber den unbehandelten n i c h t steigt; er stellt fest, dass die Sprossfläche um ca 30% steigt, die Sprossdicke um ca 20%, das Volumen um ca 60%. Und dabei bleibt das Gewicht des Einzelsprosses g l e i c h! Es happerte also doch—trotz aller statistischen Methoden — mit der Trocknung, die bei 50° *in vacuo* während 1/2 Stunde ausgeführt wurde. Ich erkläre mir die A s h b y'schen Resultate folgenderweise: Wir machen eine Substanz nicht v ö l l i g w a s s e r f r e i, ob wir bei 50, 80, 105 oder 360° trocknen. Je nach ihrer physikalischen Beschaffenheit, büsst eine Substanz bei einer beliebigen Temperatur mehr oder weniger Wasser ein, als es eine andere Substanz tut. Wenn die chemischen Analytiker 105° als Trocknungstemperatur angenommen haben, so geschah es darum, dass nach praktischer Erfahrung die meisten Substanzen bei d i e s e r Temperatur einen hohen Grad von Wasserfreiheit erreichten, ohne dass schon Zersetzungserscheiuungen im Objekt bemerkbar wurden. Für uns Biologen liegen die Verhältnisse allerdings schwieriger, da eine Zersetzung unserer Objekte schon bei niedrigen Temperaturen wahrscheinlich ist und wir ja, in den Organismen selbst, nie „reine" Stoffe vor uns haben; das „Festhalten" des Wassers bei irgendeiner Temperatur ist, bei unseren Objekten, nicht nur von deren chemischem Bestand und den physikalischen Eigenschaften, aber auch noch von der morphologischen Struktur abhängig. Gemäss meinen Erfahrungen mit der Trocknung von *Lemna* ist eine Temp. von 50° *in vacuo* während 1/2 Stunde durchaus unzureichend, Ich verfahre folgenderweise: Nach Absaugen unter um 1/5 Atm. vermindertem Druck bringe ich die Goochtiegel in einen Trockenschrank von 105° für 15 Minuten, und hernach sofort in einen Trockenschrank von 80° auf weitere 20 Minuten, ev. diese Operation, bei grösseren *Lemna*mengen, wiederholend. Unterschiede beim Trocken an der Luft und *in vacuo bei* 80° bemerkte ich nicht. A s h b y's

seltsame Befunde erkläre ich mir so: „auximonbehandelte“ *Lemna* bildet grössere aber verhältnissmässig dünnere Sprosse aus, besitzt daneben grössere und weniger kompakt liegende Zellen, so dass sie leichter Wasser abgibt als die kompakter gebaute „unbehandelte“; darum kommt bei ihr in gleicher Temperatur und Zeit zu einem stärkeren Wasserverlust als bei der unbehandelten. Hierzu kommt aber noch ein anderer Umstand: Ashby (wie auch ich) zählt „Sprosse“ aus. „Auximonbehandelte“ *Lemna* bildet schneller neue Sprosse aus als unbehandelte. Darum ist die Zahl junger, nicht ausgewachsener Sprosse in einer auximonbehandelten Kultur grösser als in einer unbehandelten. Mag ja auch der Wassergehalt junger, relativ plasmareicherer Sprosse sogar niedriger sein als derjenige ausgewachsener, so würde doch dieser Unterschied nicht den Wassergehalt der in ihrer Gesamtheit jüngeren resp. nicht voll ausgewachsenen auximonbehandelten Population kompensieren. Im Lichte der geschilderten Verhältnisse wird aber der befremdende Befund Ashby's verständlich.

Der nächste Versuch wurde noch sorgfältiger ausgeführt mit einigen Modifikationen, u. zw.: die Nährlösung wurde aus frischen, d. h. noch nicht (in den Gläsern), geöffneten Chemikalien bereitet, und ausserdem erhielt die ganze mineralische Nährlösung (also für alle Serien), von der im vorhin referierten Versuch angegebenen Zusammensetzung, einen Zusatz von nachstehenden mineralischen „Stimulatoren“ in Mengen von je unter 1 mg pro Liter, u. zw.: Al, Ti, Mn, Cu, Zn, As, B, J, F und Si. Als *Fe*-quelle verwendete ich hier nur Eisenchlorid und Citrat zu je 1 mg *Fe* pro Liter. Da ich durch einen Unfall den vorher angewandten Bodenextract verloren habe, so wandte ich hier einen anderen an, der auf gleiche Weise wie der im vorigen Versuch erwähnte aus Gartenerde präpariert und am *Azotobacter* geprüft worden war. Er wirkte auf *Azotobacter* sowohl in seiner Gesamtheit als auch durch seine Asche allerdings schwächer als der vorige, so dass ich seine Dose verdoppelte, also 2 cm^3 pro Liter gab. Der wässerige Extract enthielt 0,323% Trockensubstanz, darin 34,71% Asche, so dass auf den Liter Nährlösung etwa 6,46 mg Trockensubstanz resp. 2,25 mg entsprechender Asche kamen. Überdies führte ich den Versuch, zwecks Prüfung der von Olsen vorgebrachten Erklärung der „Auximonwirkung“ als Eisenwirkung in höheren pH-Bereichen, in 2 Pa-

rallelreihen aus, deren eine auf ein pH von 6,30, die andere (a) auf pH 7,25 eingestellt wurde. Die Vegetationsbedingungen haben sich für diesen Versuch insofern verschlechtert, dass die natürliche Belichtung schwächer und kürzer war. Während der Versuchsdauer gab es längere trübe Perioden, während welchen die mittlere Tagesbelichtung am Standort kaum 1000 Lux betrug. Die Temperatur war aber—wie 2-malige tägliche Minima—und Maximaablesungen zeigten, unbedeutend niedriger in den ersten Versuchswochen, später allerdings um ca 5—6^0 niedriger. Dies alles hatte zur Folge, dass der Versuch hat länger ausgedehnt werden müssen um die gleiche Vermehrung der *Lemna* zu erreichen wie im vorigen Versuch. Algenvegetation war nirgends störend, in einigen Schalen gar nicht vorhanden. Die Aufstellung und sonstiges war genau wie im vorhergehenden Versuch.

Die foldende Tabelle (II) und die auf gleiche Weise wie Fig. 182 ausgeführte Kurve (Fig. 183) gibt die Resultate nur

TABELLE II.

	21.VIII		25.VIII		30.VIII		11.IX		15.X	
	Sprossanzahl	Z-Q	Sp-A	Z-Q	Sp-A	Z-Q	Sp-A	Z-Q	Sp-A	Z-Q
I ohne Fe	1	0,04	2,0	0,062	4,0	0,095	6,66	0,10	9	0,067
II Fe_2Cl_6	2,66	0,11	6,66	0,206	8,0	0,190	12,66	0,192	63,33	0,472
III Fe-citrat	2,66	0,11	5,0	0,157	8,0	0,190	15,66	0,238	69,0	0,515
IV Bodenextract 6,46 mg [1]	5,66	0,236	7,66	0,24	11,0	0,262	17,66	0,267	52,66	0,393
V wie IV + Fe_2Cl_6	6,0	0,25	12,66	0,395	17,0	0,405	45,66	0,692	1015,66	7,58
VI wie IV + Fe citrat	8,0	0,333	18,0	0,562	35,0	0,833	79,66	1,20	1072	8,00
VII Boden-extractasche 2,25 mg [1]	1,66	0,06	4,0	0,125	5,0	0,12	10,66	0,161	24,66	0,184
VIII wie VII + Fe_2Cl_6	3,0	0,125	5,0	0,157	8,0	0,190	12,66	0,192	71,0	0,530

[1]) pro 1000 m^3 Nährlösung.

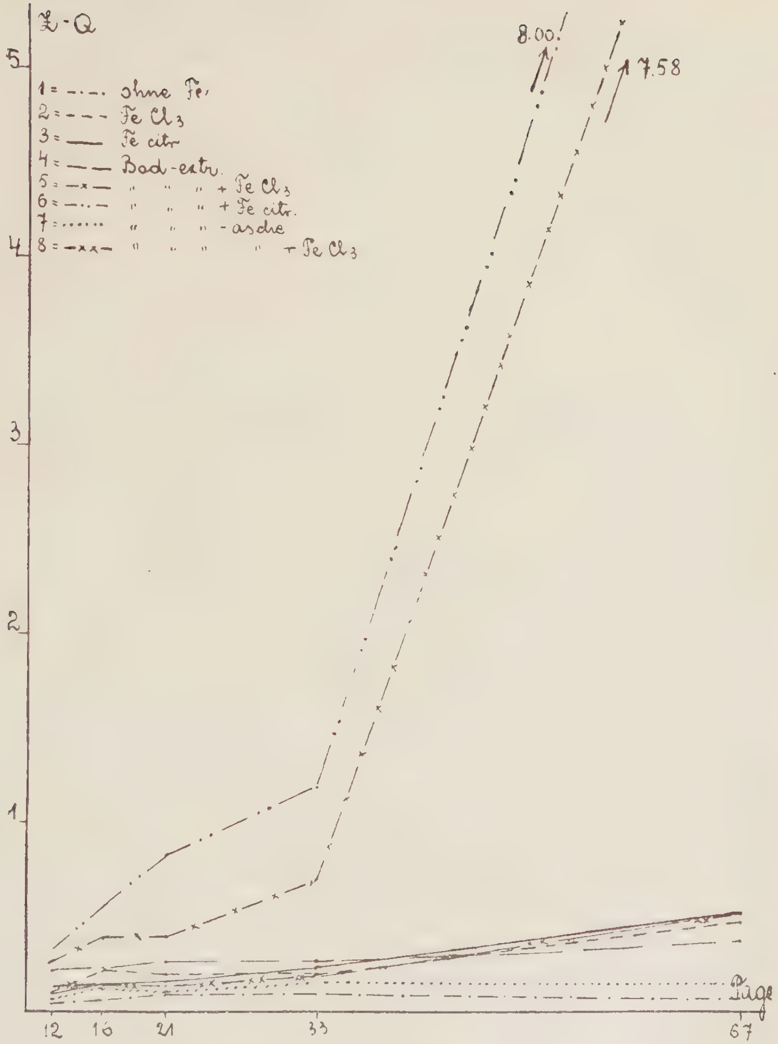


Fig. 183.

der I Parallelreihe wieder, die auf ein pH von 6,30 eingestellt worden war. Das pH der zweiten Parallelreihe (a) erwies sich als zu hoch und hemmte die Entwickelung der *Lemna* durch lange Zeit. Erst, als die *Lemna* selbst das pH auf ca 6,80 herabgesetzt hatte, begann ein freudigeres Wachstum. Ich sehe deshalb davon ab, in der Tabelle auch zahlenmässige Ergebnisse dieser II. Reihe zu bringen — ich werde sie nur kurz im Anschluss an die I. Reihe besprechen.

Am 15.X wurde der Versuch abgebrochen, also nach einer Dauer von 67 Tagen.

Das End-pH der einzelnen Gruppen dieses Versuches betrug:

	I. Serie (ohne Fe)	II. (Fecitrat)	III. ($FeCl_3$)	IV. (6,46 Bd-extr.)	V. (wie IV + $FeCl_3$)
I. Reihe:	5.00	4.87	4.63	5.61	5.40
II. „ a:	5.80	6.63	6.69	6.58	6.50

	VI. (wie IV + Fecitr.)	VII. (2,25 mg Extr-Asche)	VIII. (wie VII + $FeCl_3$)
I. Reihe:	5.81	5.58	5.64
II. „ a:	6.77	6.66	6.50

Chlorose trat hier — allgemein — nur schwach auf; völlig chlorotische, also weisse Sprosse, waren vorhanden in %%:

	I. Serie (ohne Fe)	II. (Fecitrat)	III. ($FeCl_3$)	IV. (6,46 Bd-extr.)	V. (wie IV + $FeCl_3$)
I. Reihe:	27	9	3,5	13,7	3,0
II. „ a:	33	13	17,0	16,5	12,0

	VI. (wie IV + Fecitr.)	VII. (2,25 mg Extr-Asche)	VIII. (wie VII + $FeCl_3$)
I. Reihe:	0,7	18	6,2
II. „ a:	16,0	22	14,3

Chlorose trat also überall in der II. Reihe (a) stärker auf als in der I. Reihe, blieb aber überhaupt gering. Im in der I. Tabelle dargestellten Versuch wurden alle *Lemna*-Pflanzen in allen Serien mit Ausnahme derjenigen, die Bodenextract resp. Asche erhielten, bis zum 31. Versuchstage völlig chlorotisch; hier dagegen, trotzdem das End-pH in der I Reihe nicht niedriger, in der II (a) Reihe ziemlich bedeutend höher war als im vorigen Versuch, war der Prozentsatz chlorotischer Pflanzen im Ganzen gering, sogar — obwohl am höchsten — in den *Fe*-freien Lösungen. Es drängen sich mir dafür zwei Erklärungsmöglichkeiten auf, u. zw.: entweder war die allgemeine Chlorose im I Versuch indirekt durch bessere Belichtung, oder, durch den Mangel der im II. Versuch in der Nährlösung anwesenden „Stimulatoren“ hervorgerufen. Im ersten Fall wäre wielleicht die Sachlage derart: günstige Lichtverhältnisse ermöglichten der *Lemna* ein schnelles Wachstum resp. „Sprossung“; die hierfür notwendige Eisenmenge war ihr aber nicht zugänglich, so dass eine allgemeine, völlige und recht rasch eintretende Chlorose resultierte. Die zweite Erklärungsmöglichkeit liesse sich etwa folgenderweise formulieren. Einer oder einige der als „Stimulatoren“

zur Nährlösung im II Versuch zugesetzen Stoffe ermöglicht oder erleichtert die Eisenaufnahme oder Eisenassimilation, oder wirkt bei ihr mit, direkt oder indirekt. Im I Versuch waren die „Stimulatoren" nicht der Nährlösung zugesetzt, und darum erfolgte solch eine starke rasch fortschreitende Chlorose. Naturgemäss kann diese Frage nur ein entsprechend ausgeführter Versuch entscheiden, und es ist mir sehr peinlich, dass ich auch jetzt noch, vier Jahre nach diesem Ergebnis, die Frage nicht zu beantworten vermag. Ich wurde von einem ganz besonderen Pech verfolgt und es ist mir bis jetzt keiner der dahinzielenden Versuche gelungen. Stets mussten die dafür angesetzten Versuche wegen starker *Chlorophyceen* — Entwickelung, präziser gesagt, wegen reicher Entwickelung des mir gründlich verhassten *Hormidiums*, abgebrochen werden.

Das für mich erstaunlichste Ergebnis des obigen Versuches war aber die relat. Unwirksamkeit des hier angewanten Erdextractes (Serie IV). Während in dem vorigen Versuch (vergl. Tab. I, Serie V u. VI) *Lemna* auf Bodenextract sich nur etwa 20—30% schwächer entwickelt hatte als auf Bodenextract mit *Eisen*-chlorid, erreichte sie hier nicht einmal den Wachstumsgrad der Serien mit Eisenchlorid resp. Eisenzitrat in rein mineralischer Lösung; überdies wäre, falls der Versuch weiter geführt worden wäre, ihre Entwickelung, die ja schon vom 16. Versuchstage ab deutlich gehemmt war, wohl bald zum völligen Stillstand gekommen sein, während gleichzeitig die beiden Serien (II u. III) eine zwar langsam, aber deutlich steigende Wachstumstendenz zeigten.

Die Interpretation dieses Sachverhaltes ist schwierig, er selbst musste vorallem gesichert werden. Darum wiederholte ich diesen Versuch, aber nur in den Serien IV bis VIII, da der Versuch andere Ergebnisse auch inbezug auf die Bodenextractasche ergeben hat als der erstbeschriebene. Die natürlichen Lichtverhältnisse waren für diese Wiederholung schon viel ungünstiger, so dass in der zweiten Hälfte der Versuchsdauer (die 34 Tage betrug) während der Nacht mit künstlichem Licht einer $^1/_2$ Watt—Phillips—Lampe hat nachgeholfen werden müssen. In allen 4 Versuchsserien war das Wachstum verlangsamt, aber das Endergebnis bestätigte das oben in Tab. II aufgeführte, so dass ich wohl auf die Wiedergabe der Zahlen verzichten darf.

Nun hätte man zu weiteren Experimenten mit diesem Erdextract greifen sollen, wenn er nicht fast völlig verbraucht worden wäre. Ich verwendete — in der Regel — Bodenextracte, die in unseren *Azotobacter*studien schon verwendet waren. Die Gleichzeitigkeit der Versuche mit *Azotobacter* und mit *Lemna* konnte nur nicht eingehalten werden wegen methodischer Schwierigkeiten mit der *Lemna*kultur. Dieser Extract hier, in J. 1927 präpariert, war damals schon für *Azotobacter* gebraucht und es blieb nur ein kleiner, steril aufbewahrter Rest, für *Lemna* übrig. Dieser Umstand machte es unmöglich, diesen Extract weiter zu studieren. Naturgemäss griff ich zur Präparation anderer Extracte, aber alle diese ergaben Wirkungen, die weit weniger von denjenigen des im I. Versuch verwendeten Extractes abwichen als von diesem hier. Nachstehend bin ich also gezwungen, die Interpretation der Ergebnisse des II Versuches mehr auf Vermutungen als auf direktes Versuchsmaterial zu stützen:

Der Klarheit halber wollen wir erst die Eisenwirkung allein und nachher erst die Auximonwirkung besprechen:

Im I Versuch erwies sich *Ferrosulfat* als ungeeignet, *Fe-Chlorid* wie *Citrat* besser, wobei das *Ferricitrat* um etwa 60% dem *Chlorid* überlegen war. Jedoch endete alles mit völliger Chlorose, welche Angelegenheit schon vorher besprochen worden ist. Der einzige Schluss, den wir hieraus ziehen können, ist der, dass für unsere Nährlösung unter den gegebenen Bedingungen — insbesondere bei dem hier existierenden pH—im allgemeinen *Ferricitrat* den Vorzug vor dem *Chlorid* verdient. Dieser Befund steht im Einklang mit Gile und Carrero für Reis in Wasserkultur, mit Olsen für *Spirodela* und mit Wann und Hopkins für *Chlorella*. Der II Versuch bestätigt die Ergebnisse des vorigen, wenn hier auch der Unterschied der beiden Salze weniger ausgesprochen ist. Die frappante Überlegenheit des *Citrats* bei Olsen könnte man sich allenfalls mit dem bedeutend höheren pH bei ihm erklären, welches 7,5 betrug und diesen Wert noch überschritt. Ich habe etwas ähnliches für die II Reihe des hier besprochenen Versuches erwartet, die ja ein Anfangs-pH von 7,25 erhielt. In dieser Reihe wirkte das *Citrat* tatsächlich auch besser als in der I Reihe mit ihrem Anfangs-pH von 6,30, jedoch war das pH von 7,25 überhaupt

für *Lemna* zu hoch und darum das Ergebnis nicht völlig maassgebend.

Nun wirken Bottomley's „bakterisierte" Torfextracte nach Olsen einzig und allein durch ihren Eisengehalt, welches in einer für die Pflanzen assimilierbaren Form darin enthalten ist. Der durch ihn präparierte Extract enthielt 10 mg *Fe* im Liter Extract. Dieses Exctracteisen kann, nach diesem Autor, völlig durch *Fe-Citrat* resp. *Tartarat* ersetzt werden, überhaupt durch Salze, die in Lösung das Eisen in komplexer und nicht in ionisierter Form enthalten. Wäre dem so, so würde sich ev. das Ergebnis mit meinem Erdextract im I. Versuch erklären lassen. Man müsste annehmen, dass die über 30-fach höhere „Ernte" in der Serie V des I. Versuches, gegenüber der Fe_2Cl_6-Serie, dem im Bodenextract enthaltenen Eisen zu verdanken ist, dass aber die Eisenmenge noch nicht—in den gegebenen Bedingungen — optimal gewesen ist, da die VI Serie, welche die gleiche Extractmenge erhielt plus das Eisenchlorid, doch noch eine Erntesteigerung von 30% aufwies. Da aber die Erntesteigerung in den Serien mit Bodenextract gegenüber der Serie mit *Ferricitrat* allein etwa 20-fach war, so müsste Olsen's These, dass das *Citrat* den Torf-resp. Bodenextract ersetzen kann, fallen! Jedoch liegt die Sache, auf Grund des II. Versuchs, nicht so einfach. Hier (Serie IV) wirkt der Bodenextract annähernd so, als das *Chlorid* resp. *Citrat*; am 33. Kulturtag um etwa 30% besser als das *Chlorid*, um etwa 12% besser als das *Citrat*, während er erst am letzten Zähltage, nach 67-tägiger Kultur, den beiden unterlegen ist. Die gleichen *Fe*-mengen aber, als *Chlorid* (in Serie V) und als *Citrat* (in Serie VI) zugleich mit Bodenextract gegeben, bewirken wiederum, wie im I Versuch, eine etwa 15-fache Erntesteigerung. Nun könnte man noch — mit Recht—einwenden, dass ja das verschiedene Verhalten der beiden Bodenextracte gerade durch ihren verschiedenen *Fe*-gehalt bedingt war. Da ich leider *Fe*-bestimmungen an den Extracten nicht ausgeführt habe, so kann ich auf diesen Einwand keine direkte Antwort erteilen. Da ich es aber später wohl an anderen Bodenextracten nachgeholt habe, so mag ich hier vorweg schon sagen, dass, für gewöhnlich, saure Extracte recht wenig, ungefähr neutrale mehr, und alkalische noch mehr Eisen enthalten,

dass ich dabei aber keine Proportionalität zwische *Fe*-gehalt und *Lemna*-Wachstum habe feststellen können. Dies mag aber trotzdem nicht viel besagen, da ich ja keine Reinkulturen besass. Mit Reinkulturen von *Chlorella* aber operierten Hopkins und Wann, die von der plausiblen Annahme ausgingen, dass das Eisen gleichfalls einer der das Wachstum begrenzenden Faktoren ist. Sie stellten fest, dass in der gebrauchten Kulturflüssigkeit in ihrem ersten Versuch (p. 416—7) eine annähernde Proportionalität zwischen *Chlorella*-Wachstum und gebotener Eisenmenge (als *Fe-citrat*) bestand, falls die *Fe*-gaben zwischen 7,5 und 1000 γ lagen: höhere Gaben waren unwirksam; im 2. Versuch (p. 418 — 9), bei ein wenig geänderter Lösung, lag die Grenze der wirksamen Gaben höher, zwischen 0,075 und etwa 2,5 mg *Fe*. Ihre Schlussfolgerung aber ist die, dass nicht das in komplexer Form in Lösung vorhandene *Fe* wirksam ist, aber nur das ionisierte. Wenn wir diesen Sachverhalt auf Olsen's und meine Ergebnisse ausdehnen, so liesse sich immer noch die Extractwirkung als Eisen-wirkung erklären, wobei anzunehmen wäre, dass gerade in Torf-resp. Bodenextracten die Menge ionisierten Eisens recht hoch sei. Dann müsste aber der Zusatz von *Fe-Citrat*, welches minimal ionisiert ist, unwirksam sein oder sogar die Ionisation des Eisens im Erdextract eher herabsetzen; unterdessen sehen wir in beiden der hier besprochenen Versuche, dass der Eisenzusatz zum Bodenextract positiv wirkte; im II. Versuche hat das Eisen erst überhaupt die Bodenextractserie in ihrem Ergebnis weit über die Bodenextractfreien Serien gehoben.

Wodurch wirkte aber dann das — praktisch — nicht-ionisierte *Ferricitrat* bei Olsen, das der Wirkung des Torfextractes gleichkam? Leider hat Olsen keine Versuche angestellt mit seinem Torfextract allein, ohne Eisenzusatz; darum können auch derartige sich aufdrängende Fragen nicht an Hand seiner Ergebnisse geprüft werden. Wir müssen uns deshalb allein auf die beiden hier referierten Versuche halten. Im I. Versuch, mit dem wirksamen Extract auch ohne Eisenzusatz, sehen wir von Beginn an eine ca 20 bis 30% betragende Förderung des Wachstums durch den Eisenchloridzusatz zum Bodenextract, eine Förderung, die bis zum Abbruch des Versuches anhält. Wäre diese sofortige Förderung durch die Vermehrung des ionisierten Eisens in die-

ser Serie hervorgerufen worden, so wäre zu erwarten, dass im weiteren Versuchsverlauf sich diese unzureichende *Fe*-menge bald erschöpfen würde und dass die *Lemna*entwickelung zum Stillstand kommt. Es geschieht aber nichts derartiges! Der Wachstumsverlauf bleibt fast konstant, am letzten Versuchstage ist er fast genau so hoch wie im Beginn des Versuches, und die Anzahl der chlorotischen Pflanzen ist fast um die Hälfte kleiner als in der Kontrollserie mit Eisenzusatz. Darum war hier die Eisenmenge im Bodenextract von Beginn an vielleicht nicht ganz optimal, aber sie war jedenfalls ausreichend für ein fast konstant während 44 Tagen verlaufendes Wachstum. Der Eisenzusatz zur Kontrollserie (VI) hat sonach vielleicht die assimilierbare Eisenmenge vermehrt, aber er hat auch indirekt wirken können, durch ev. „Entgiftung“ des Bodenextractes oder durch irgend eine andere, einstweilen undefinierbare Veränderung des Bodenextractes. An eine „Entgiftung“ lässt der Betrag des „täglichen Wachstumsquotienten“ denken. Dieser ist bis zum 18. Versuchstage um etwa 25% höher als im Bodenextract ohne Eisenzuzatz, während sich die Quotienten später — in beiden Serien—fast völlig ausglichen. Ganz ähnlich würden sich die Ergebnisse des II. Versuches interpretieren lassen, obwohl hier der Extract ganz deutlich ungenügende Eisenmengen besass. Er wirkte hier (IV. Serie) bis zum 33. Versuchstage besser wie die Kontrollserien II mit $FeCl_3$ und III mit *Fe-citrat,* im späteren Verlauf des Versuches aber, nach Verbrauch seiner geringen Eisenmenge, fiel er deutlich gegen diese zwei Kontrollserien ab. In den Serien V und VI, die neben Bodenextract auch noch Eisen als *Chlorid* resp. *Citrat* erhielten, verlief das weitere Wachstum, nicht durch Eisenmangel gehemmt, konstant, oder vielmehr—bis zum Versuchsabbruch—beschleunigt! Die logische Analyse der Eisenwirkung von beiden — chemisch offenbar verschiedenen— Erdextracten in den beiden verglichenen Versuchen hat, wie ich hoffe, erwiesen, dass die Extractwirkung sich nicht auf *einen* der chemischen Bestandteile der Extracte zurückführen lässt. Unzweifelhaft ist *einer* der wirksamen Extractbestandteile das Eisen, wie aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse des I und des II. Versuches hervorgeht. Daneben aber wirken noch andere Bestandteile der Erdextracte.

Bevor wir aber an die Besprechung der „Auximon“ - Wirkung herantreten, mag mir vorerst ein Absprung zur Aschenwirkung gestattet werden. Die Sachlage hierbei scheint mir —einstweilen—einfacher zu liegen. Bottomley und Ashby haben keine Aschenwirkung feststellen können. In den hier vorgeführten Versuchen ist es aber anders. Im I. Versuch lässt sich ganz unzweifelhaft eine günstige Aschenwirkung konstatieren; im II. Versuch, wo die Wirkung von Extractasche (Serie VII) mit derjenigen von Asche plus Eisenzusatz (Serie VIII) verglichen wurde, war die Asche allein fast wirkungslos, mit Eisenzusatz erreichte resp. überschritt sie sogar um ein weniges die Kontrollserie mit Eisenchlorid ohne Asche (Serie II). Falls man die eisenfreie Aschenserie (VII) gegen die *Fe*-freie Lösung ohne Asche (Serie I) vergleicht, so war die Asche immerhin auch im II. Versuch wirksam, wenn auch schwach. Die Wirkung, auf dem letzteren Vergleich basierend, können wir ruhig auf ihren—offenbar geringen —Eisengehalt zurückführen, wie aus ihrem Vergleich mit den Serien II und III resultiert, sowie auch aus der geringen Anzahl chlorotischer *Lemnae*. Während also im I. Versuch trotz ihres supponierten höheren Eisengehaltes die dortige Aschenserie (VII) 57% chlorotische Pflanzen ergab, war deren Prozensatz hier nur 18. Also auch in der Bodenextractasche kommt nicht der Eisengehalt allein zur Wirkung. Ausserdem, und dies scheint mir die wichtigste Folgerung in Sachen der Extractaschenwirkung aus den zwei hier besprochenen Versuchen zu sein, die Asche wirkt, ähnlich wie der nicht eingeäscherte Bodenextract, nicht durch ihren Eisengehalt allein, sondern auch noch durch andere Stoffe. Über die Natur dieser Stoffe lässt sich — abgesehen davon, dass sie offenbar anorganischer Natur sind—wenig aussagen. Wenn wir uns aber vergegenwärtigen, dass der einzige „bewusste“ Unterschied zwischen der für den I. Versuch gebrauchten Nährlösung und derjenigen im II. Versuch darin bestand, dass die erstere keinen der mineralischen Zusätze erhielt, die im II Versuch zur Nährlösung zugegeben waren, so müssen wir folgerichtig die Aschenwirkung auf ihren Gehalt an einem oder mehreren der im II. Versuch zugesetzten Elemente zurückführen. Neben dieser allgemeinen Feststellung lässt sich, natürlich, einstweilen noch nichts weder über die Natur wie auch die

Dosierung dieses oder dieser in der Asche mitwirkenden mineralischen Elemente aussagen.

Die obige Auseinandersetzung über die Aschenwirkung erleichtert uns nun die Orientierung über die Extractwirkung. Würde diese allein auf der Eisenwirkung beruhen, so müsste—wie es Olsen will—das *Ferricitrat* ohne Extract genau so wirken, wie Extract ohne *Ferricitrat*. Dem ist aber durchaus nicht so, wie der Vergleich von Gruppe II mit VI im II. Versuch beweist. Vorher wurden ausführlich die Gründe dafür auseinandergesetzt, warum die Extractwirkung nicht auf den Gehalt an assimilierbarem ionisierten Eisen allein hat zurückgeführt werden können. Die Aschenserien beweisen, dass die Extracte, in schwächerem oder stärkerem Grade, auch noch durch ihren Gehalt an *Al* oder *Mn, Zn, Cu, Ti, As, B, J, F* oder *Si* wirken, welche Stoffe im I. Versuch nicht zugesetzt waren—wo die Extractwirkung aber sehr stark zum Ausdruck kam, während sie im II. Versuch anwesend waren, wo sowohl die Extract - als auch die Aschenwirkung, neben der Eisengabe, weniger hervortrat. Die Bodenextractwirkung ist sonach auf die Anwesenheit von Eisen, von unbestimmten mineralischen „Stimulatoren" und auf organische Bestandteile unbekannter Natur zurück zu führen. Es sind nicht die organischen Bestandteile allein, wie es Bottomley und Ashby glauben, es ist nicht das aufnehmbare Eisen allein, wie es Olsen annimmt, es sind nicht mineralische Stimulatoren allein, die den Bottomley-schen Auximoneffekt ergeben, aber eine nicht analysierte Vielfachkeit der Stoffe. Je nach der Herkunft und chemischem Bestand des Bodens, je nach seiner Präparierung, dürfen wir quantitativ verschiedene Wirkungseffekte erwarten. In manchen Fällen, bei manchen Pflanzen, mag einmal die Eisenwirkung in dem untersuchten Extract dominieren, im anderen Fall die Anwesenheit anorganischer Stimulatoren ausschlaggebend sein, in wiederum anderen Fällen dagegen mögen vorwiegend — oder sogar allein — je nach der Art der Versuchsnährlösung, organische Stoffe oder einer darunter wirken. Ich glaube nicht, dass die Auximonfrage sich durch einige simpele biochemische Versuche aufklären lässt, wie es, nach der einschlägigen Literatur zu urteilen, erhofft wird.

Jedoch war die auf Grund der Ergebnisse der referierten zwei Versuche vorhin vorgebrachte These experimentell zu prüfen; die Ergebnisse, zu welchen die obigen Versuche führten, entsprechen in vielen Beziehungen den Resultaten, die ich bei meinen Studien über die Wirkung von Bodenextracten verschiedener Herkunft und Präparierung auf die N_2-bindung durch *Azotobacter* in den Jahren 1927-29 (6, p. 226-33) erhielt. Ich setzte darum schon damals Parallelversuche mit *Lemna* an, die aber leider *alle* misslungen sind, stets oder meist durch störende *Hormidium*-Entwickelung.

Wirkung von Bodenextracten verschiedener Herkunft.

Nach etwa 20 misslungenen, in verschiedenen Varianten mit verschiedenen Bodenextracten angesetzten Versuchen, ist mir endlich ein Versuch gelungen, u. zw. erst in diesem Frühjahr, der unten in Tabelle III dargestellt ist. Doch auch dieser Versuch musste, wegen einsetzender *Hormidium* — Entwickelung, leider vorzeitig, nach 15 Tagen, (ein Teil schon nach 11 Tagen) abgebrochen werden, da sich schon in vielen Kulturschalen *Hormidium*flocken an der Oberfläche der Nährlösung zeigten.

Die Versuchsanordnung war die gleiche wie die in den beiden vorher referierten Versuchen angegebene mit dem Unterschied, dass die Schalen mit völlig farblosem Cellophan, mit dem Weiss eines Hühnereis aufgeklebt, bedeckt wurden. Jeder „Deckel" wurde mit gleichmässig verteilten 110 Löchern versehen. Es wurden 2 Reihen, jede zu 6 Serien, angesetzt; die I Reihe erhielt die im II Versuch verwendete Nährlösung, dazu den dort gegebenen „Stimulatoren"-zusatz, wozu noch *Mo*, *V* und *Bi* kam, nebst 13,1 mg *Ferricitrat* per Liter. Die II Reiche erhielt von allem die halbe Konzentration. Beiden Reihen wurde die gleiche Menge von fünf auf gleiche Weise aus fünf verschiedenen Böden hergestellten Extracten zugesetzt: Je 200 g lufttrockenen Bodens wurden mit 400 g doppelt aus Pyrexglas destilliertem Wasser versetzt und in einem kochenden Dampfkochapparat 1 Stunde lang belassen und klar filtriert. Bodenextract *a*, sandiger Roggenboden, besass ein pH von 5,54 und 0,119% Trockensubstanz, darin 40,34% Asche. Bodenextract *b*, sandiger humoser Kiefernwaldboden, hatte ein pH von 5,18 und 0,18%

Trockensubstanz, worin 44,44% Asche. Bodenextract *c*, sandige Weide, hatte 5,82 pH und 0,172% Trockensubstanz, darin 54,07% Asche. Bodenextract *d*, fruchtbarer lehmig—sandiger, humoser Ackerboden, wies ein pH von 6,94 auf und enthielt 0,907% Trockensubstanz mit 36,38% Asche, während Bodenexeract *e*, guter alter Gartenkompost, ein pH von 6,96 aufwies und 2,07% Trockensubstanz mit 20,3% Asche enthielt.

Die Dosierung der Bodenextracte wurde so bemessen, dass in alle Serien jeder der beiden Versuchsreihen die gleiche Trockensubstanzmenge der fünf verschiedenen Bodenextracte kam, und zwar je 5 mg per L. Also, die zugesetzte Extractmenge war verschieden, die Trockensubstanzmenge gleich. Da der Versuch am 22.III.1934 bei sehr günstigen Lichtverhältnissen begann, so wurden in jede der 4 Parallelkulturschalen je 2 zweisprossige *Lemna* — Pflanzen eingeführt, um eine möglichst schnelle und gleichmässige Entwickelung der *Lemna* zu erreichen. Die Versuchsschalen wurden in einem gut belichteten Warmhaus aufgestellt, welches allerdings, zu dieser Jahreszeit, und besonders an sonnigen Tagen, die während der Versuchsdauer vorherrschten, sehr grosse Temperaturunterschiede aufwies; die während der Versuchdauer an den Kulturschalen gemessene Maximaltemperatur betrug 43°, die Minimaltemperatur 16,5°. Auch die Lichtintensitäten zeigten überaus grosse Schwankungen, obwohl sie durch Schirme geregelt wurden. Die Maximalintensitäten erreichten, um die Mittagsstunden von etwa 10 bis 13 Uhr, 60000 Lux. Die *Lemna* entwickelte sich aber gut, wie aus den in der Tabelle III gegebenen „Z-Q" hervorgeht, nur musste der Versuch vorzeitig abgebrochen werden. Die Ergebnisse dreier Serien der I Reihe, die schon am 2.IV wegen der *Hormidium*-pest liquidiert werden mussten, lasse ich in der folgenden Tabelle III aus.

Die Ergebnisse des obigen Versuches lehren uns hauptsächlich dreierlei:

1) dass gleiche Trockensubstanzmengen von Bodenextracten verschiedener Herkunft nicht die gleiche Wirkung auf das Wachstum von *Lemna* ausüben, ferner,

TABELLE III.

Nährlösung	30.III		6.IV		Anf-pH	End-pH
	Sp-A mittel	Z-Q	Sp-A	Z-Q		
I ohne Extract	9,0	0,281	16,0	0,266	5,80	5,62
II + Bd-Extr. *a*	9,5	0,297	16,5	0,275	„	5,54
III + „ „ *b*	16,5	0,515	49,0	0,816	„	5,38
IV + „ „ *c*	22,0	0,687	—	—	„	—
I-a $^1/_2$ Konz. wie I	10,5	0,325	24	0,400	„	4,84
II-a + Bd-Extr. *a*	13,0	0,406	26	0,433	„	5,08
III-a + „ „ *b*	11,5	0,36	30	0,500	„	4,94
IV-a + „ „ *c*	21	0,655	97,5	1,625	„	5,38
V-a + „ „ *d*	27	0,78	139	2,315	„	5,54
VI-a + „ „ *e*	35	1,10	158	2,68	„	5,18

2) dass der gleiche Bodenextract in gleicher Menge in gleicher Nährlösung, aber von verschiedener Konzentration, nicht gleich wirkt, und endlich,

3) dass Extracte verschiedener Herkunft in gleichen Mengen in denselben Nährlösungen verschiedener Konzentration, nicht gleich wirken.

Das unter 1) aufgeführte Ergebnis war — auf Grund des Verhaltens von *Azotobacter* (6, p. 228) — einigermassen zu erwarten; immerhin liess sich ja bisher keine völlige Analogie in der Bodenextractwirkung auf *Azotobacter* wie auf *Lemna* feststellen. Die Asche von Bodenextracten wirkte in allen untersuchten Fällen, wenn auch quantitativ verschieden, auf *Azotobacter*, während sie auf *Lemna* schwach, oder garnicht wirkt, je nach der Nährlösung, und darum war ja — wegen mangelnder Analogie — nicht mit Sicherheit auf einen solchen Ausfall des obigen Versuches zu rechnen. Die Unterschiede, die den Wirkungsgrad der verschiedenen Bodenextracte angeben, sind sehr bedeutend und betragen am ersten Zähltage schon 300% zwischen dem am schwächsten wirksamen und dem wirksamsten Extract, am letzten Zähltage sogar schon 600%!

Sehr auffallend ist hier ein gewisser Parallelismus zwischen der Extractwirkung auf *Lemna* und der praktischen landwirtschaftlichen Bonitation der Böden, aus denen die Extracte gewonnen

worden waren. Vielleicht liesse sich sogar *Lemna* als Testobjekt für landwirtschaftliche Laboratoriums-Bonitierungen verwenden! Natürlich müssten die obigen Versuchsergebnisse an vielen Böden geprüft, die Kulturmethodik von *Lemna* vervollkommnet werden, etwa in der von Ashby gewiesenen Richtung, aber doch in vereinfachterer, „handlicherer" Form, und man müsste — vielleicht — mit Reinkulturen von *Lemna* arbeiten—oder, vielleicht — gerade nicht! Im Zusammenhang damit ist ferner nach der Tab. III zu konstatieren, dass die einen Extracte (z. B. *a* und *b*) ihre Wirkung im Laufe des Versuches bald erschöpfen, während bei anderen (z. B. *c* u. *d*) die anfängliche Wirkung sich noch steigert. Hätte der Versuch länger geführt werden können, so würden sicherlich diese Unterschiede noch frappanter geworden sein.

Völlig überraschend war für mich das unter 2) resümierte Ergebnis dieses Versuches, u. zw., dass der gleiche Extract in gleicher Menge aber in zwei Nährlösungen verschiedener Konzentration ungleich wirkt, was besonders auffallend in der Wirkung des Extractes *b* (Kiefernboden) hervortritt. In der 2fach konzentrierten Lösung erhöht er die Sprossanzahl auf 180%, am zweiten Zähltage sogar auf 300%, während er in der schwächeren Konzentration, im Anfang wie auch später, die Sprossanzahl nur auf etwa 11% erhöht gegenüber der Lösung ohne Extract. Sollten sich diese Ergebnisse verifizieren (ohne den Besitz von Reinkulturen werde ich es aber nicht probieren!), so würden sie die unerwartet grosse Kompliziertheit des Auximonproblems grell illustrieren. Mit dem grössten Vorbehalt möchte ich, noch vor der experimentellen Verifizierung dieses Ergebnisses, es wagen, die Vermutung auszusprechen, dass vielleicht die in den Extracten befindlichen „Auximone" an die verschiedenen Bodenkolloide adsorbiert sind, und dass ihre Readsorption durch die *Lemna*-wurzeln z. B., durch einen oder mehrere der Bestandteile der mineralischen Nährlösung, in höherer Konzentration, begünstigt resp. verstärkt wird; oder, dass sie aus ihrem Adsorptionszustand, je nach der Zusammensetzung und Konzentration der Minerallösung, gelöst und der *Lemna* in grösserer resp. geringerer Quantität zugänglich gemacht werden.

Was endlich das dritte der von mir wahrgenommenen Hauptergebnisse dieses Versuches anbetrifft, so ist es auffallend, dass Extracte verschiedener Herkunft in ihrer

Wirkung von der Konzentration der mineralischen Stammlösung abhängig zu sein scheinen: Bodenextract *a* z. B. erhöht die *Lemna*sprosszahl in der schwachen Konzentration um 24%, Extract *b* um 10%, während in der doppeltkonzentrierten Stammlösung der Extract *a* sie um 5% erhöht, der Extract *b* dagegen um 83%, mit a. W.: der Extract *a* ist der wirksamere von beiden in der schwachen Nährlösung und umgekehrt, in der starken Nährlösung ist der Extract *b* der wirksamere! Vorbehaltlich einer experimentellen Prüfung und Aufklärung dieses Ergebnisses darf man vielleicht vermuten, dass die vorher ausgesprochene Hypothese über Readsorptions - resp. Lösungswirkungen der Stammlösungen auf den hypothetischen Komplex „Auximon-Bodenkolloide" auch mit der Natur des oder der im betreffenden Boden als Adsorbentia für „Auximone" dienenden Kolloide zu rechnen hätte.

Hier möchte ich noch eine in diesem Versuche gemachte — und mich überraschende — Beobachtung erwähnen, die ich leider nicht in objektiveren Zahlen ausdrüken kann, da ich, wegen Zeitmangel, nicht die entsprechenden Messungen resp. Wägungen hahe ausführen können, u. zw.: ich nahm bisher fast als Regel an — auf Grund vieler Versuche, die in den erwähnten N-W-N-Fenstern durchgeführt worden waren — dass die Sprossfläche, und mutatis mutandis wenn auch nicht stets, das Sprossgewicht in weniger konzentrierten Lösungen grösser als in konzentrierteren sind, und vorallem, dass sie in Lösungen mit Erdextract immer grösser sind als in den Kontrollösungen ohne Extract. Und hier, in diesem Versuch, war es nicht so! Die Sprosse im Extract *e* waren zwar sehr viel grösser als in der Kontrolllösung, in den Extracten *b* und *d* war der Grössen-Unterschied schon geringer, während in den Extracten *a* und *c* sie sogar kleiner zu sein schienen als in der Kontrolllösung.

Ich erblicke einstweilen nur folgende Erklärungsmöglichkeiten, die selbstverständlich experimentell geprüft werden müssen: in „guten" Bodenextracten wirken zwei organische Faktoren, deren einer die „Sprossungs"-Geschwindigkeit von *Lemna* steigert resp. beeinflusst, während der zweite auf die Wuchsgrösse wirkt. Falls in einem Bodenextract beide Faktoren in „harmonischen" Quantitäten vorhanden sind, so wirkt der Extract gleichmässig sowohl auf die Sprossvermehrung wie auf das Sprossgrössenwachstum. Besässe ein

Extract vorwiegend — oder ausschliesslich — den „Vermehrungs“- resp. „Teilungsfaktor”, so würde die Sprossneubildung beschleunigt werden aber nicht das Sprossgrössenwachstum. Umgekehrt, enthielte der betr. Bodenextract nur den „Grössenwachstumsfaktor”, so wäre das Grössenwachstum von *Lemna* begünstigt werden ohne gleichzeitige Beschleunigung der Vermehrungs - resp. Teilungsquote.[1]Man könnte sonach von einem „Auximon” oder „Auxanin“, dem „Wachstumsfaktor”, und einem—sagen wir—„Poioschizin”, dem „Teilungs-oder Vermehrungsfaktor” sprechen.

Natürlich muss dieser hypothetische Gedankengang, aus den Ergebnissen des hier besprochenen Versuches geboren, gründlich geprüft werden, umsomehr, als ja auch noch andere, — vielleicht „einfachere” — Erklarungsmöglichkeiten nicht ausgeschlossen sind, u. zw.: ich habe vielfach konstatiert, dass Extractaschen auf die Sprossgrösse ungünstig wirken, wenn auch nicht stets in gleicher Stärke. Es ist darum möglich, dass hier in den Extracten *a* und *c*, in denen keine Sprossflächenvergrösserung eingetreten war, dies auf ihren hohen Aschengehalt zurückzuführen wäre. Allerdings besass der Extract *b* gleichfalls einen hohen Aschengehalt, und trotzdem war die Sprossgrösse in der mit ihm versetzten Serie, nicht reduziert. Man könnte dies aber so erklären, dass nicht die „Asche” als solche das Sprossgrössenwachstum hemmt, sondern nur einer — oder auch mehrere — ihrer Bestandteile. Damit müssten aber Spekulationen über die Hemmungswirkung von aschenreichen Bodenextracten fallen, da ja ein aschenarmer Bodenextract viel von dem hemmenden mineralischen Faktor enthalten könne, während umgekehrt, ein aschenreicher Extract gerade wenig an diesem hemmenden Faktor besitzen könnte. Wenn wir darum auch nicht im Aschenreichtum eines Bodenextractes allein hemmende Faktoren suchen dürfen, so habe ich jedenfalls genug Beobachtungen, die ich hier noch vorbringen werde, die wenigstens einen Teil der das Sprossgrössenwachstum hemmenden Wirkungen in den Aschenbestandteilen der Erdextracte beweisen, oder zumindest, sehr wahrscheinlich machen. Man könnte auch noch die hemmende Aschenwirkung in den Kreis der „Auxanin - Poioschizin“ - Hypothese einbeziehen!

Schliesslich wäre noch eine dritte Erklärungsmöglich-

keit nicht auszuschliessen, die ich auf folgendem basiere: die meisten meiner „gelungenen" (wegen Ungestörtsein durch Algenvegetation) Versuche wurden auf den N-W-N-Fenstern durchgeführt. Die Temperaturschwankungen waren an diesem Standort ganz bedeutend kleiner als im Gewächshaus, wo der hier besprochene Versuch durchgeführt worden war. Wie ich schon erwähnt habe, bewegten sich die Temperaturen in den Fensterversuchen,—wenn man von kurzen Übergangszeiten im Frühjahr und Herbst, wo die Zentralheizung „schon" oder „noch nicht" resp. „noch" oder „nicht mehr" wirkte, absieht,—zwischen 19 und 25—26° C. Auch die Lichtverhältnisse waren, für längere Perioden, ziemlich gleich, jedenfalls, am Tage, nicht extrem. Im Gewächshaus dagegen wiesen sowohl die Belichtung — trotzdem versucht wurde, durch Jalousiebeschattung die Extreme zu mildern — wie die Temperatur, sehr grosse Unterschiede auf auch während verhältnismässig kurz dauernder Versuche. Es ist darum sehr wahrscheinlich, dass auf Sprossgrösse- resp. Gewicht nicht nur der chemische Charakter der Nährlösung, ihre Konzentration, Boden-oder andere Extracte, die Aschenbestandteile derselben u. a. allein entscheidend wirken, aber auch Licht- und Temperaturverhältnisse. Dies allein wäre sogar plausibel, da ja Wachstum oder irgendwelche andere Lebenserscheinungen nie von einem Faktor abhängig sind, sondern von einem mehr oder weniger harmonischen Zusammen- und Zwischenspiel vieler Faktoren, deren quantitatives Ausmaass erst die Grösse des Wirkungsgrades bestimmt. Mit meiner bisherigen einfachen Versuchsmethodik wäre ich allerdings nicht im Stande die quantitative Auswirkung der verschiedenen, hier erwogenen Faktoren genau zu prüfen: ich müsste zumindest, über—nach Belieben dosierbare—konstante Temperatur und konstantes Licht verfügen.

Abhängigkeit der Extractwirkung von Nährlösung und deren Konzentration.

Der zuletzt besprochene Versuch hat u. a. erwiesen oder es wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht, dass der gleiche Bodenextract, je nach der Konzentration der angewandten mineralischen. Nährlösung, verschieden wirkt. Er fiel in eine Zeit, als ich gerade grosse Versuchsreihen im Gange hatte—die

hier überhaupt nicht referiert werden, da sie nicht im unmittelbaren Konnex zur Auximonfrage stehen — zwecks empirischem Auffinden der günstigsten Minerallösung für *Lemna*. Eine kleinere Nebenversuchsreihe war probeweise auch mit einer Gabe von Bodenextract angesetzt. Da ich aber damals noch nicht die Wirkung der im vorher referierten Versuch geprüften 5 Bodenextracte kannte, war die hier zu besprechende Nebenreihe mit Bodenextract b angezetzt, der, wie es sich erst später erwies, und wie oben gezeigt worden war, wenig wirksam war. Zum Glück hatte ich aber davon fast die doppelte Menge gegeben, nämlich 5,0 cm³ = 9,0 mg Trockensubstanz, während in dem vorher besprochenem Versuch, 5,0 mg per. L. zugesetzt worden waren.

Diese Nebenversuchsreihe, deren Ergebnisse in der Tab. IV zusammengestellt sind, war, wie folgt, zusammengesetzt:

Gruppe I erhielt die „Standardlösung" + 4,39 mg *Ferricitrat* per L. und die früher erwähnten Stimulatoren, alles in doppelt aus Pyrexglas durch Schott'sche Kühler dest. Wasser.

„ Ia dasselbe + 2,0 cm³ = 9,0 mg Bodenextract b

„ II „Standardlösung" in doppelter Konzentration; „Stimulatoren" gleiche Mengen wie in I.

„ IIa dasselbe + 9,0 mg Extract b

„ III erhielt die orig. Olsen'sche Lösung, deren Zusammensetzung eingangs angegeben war.

„ IIIa dasselbe + 9,0 mg Extract b

„ IV erhielt 1/5 der orig. Olsen'schen Lösung

„ IVa dasselbe + 9,0 mg Extract b

„ V erhielt 1/7 der orig. Olsen'schen Lösung

„ Va dasselbe + 9,0 mg Extract b

„ VI erhielt per L.: 20 mg $Ca(H_4PO_4)_2 . aq$
10 „ $MgCl_2 . 6\ aq$
20 „ $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 . 6\ aq$
70 „ $Ca(NO_3)_2 . 4\ aq$
40 „ KNO_3
15 „ $NaNO_3$
10 „ $MgSiO_3$ (aq)
12 „ H_2SiO_3 (aus 9,892% lösl. H_2SiO_3 Poulenc)
2 cm³ einer Lösung welche die in I angewandten „Stimulatoren" enthielt.

„ VIa dasselbe + 9,0 mg Extract b

„ VII die 5 fache Konzentration der VI Lösung (mit gleicher wie in VI Stimulatorenmenge), welche also die gleiche N_2 = menge enthielt wie die orig. Olsen'sche.

„ VIIa dasselbe + 9,0 mg Extract b.

Gruppe VIII die 7 fache Konzentration von VI (Stimulatoren gleich wie in VI), welche also die gleiche P_2O_5 — Menge enthielt wie die orig. O l s e n'sche.

„ VIIIa dasselbe + 9,0 mg Extract b.

Der Versuch, in üblicher Weise ausgeführt und am 15.III.34 begonnen, wurde an der Ostseite eines Glashauses aufgestellt, diesmal nur in doppelter Wiederholung, jede Schale mit je 2 zweisprossigen *Lemnae* beschickt. Die Belichtung war sehr verschieden, ähnlich wie im vorher besprochenen Versuch; die mittlere Temperatur, zweimal täglich an einem in unmittelbarer Nähe aufgestellten Max.-Min.-Thermometer abgelesen, betrug 20,25°, das mittlere min. 16,33°, das mittlere max. 24.19°, das absolute min. 13,5° und das absolute max. 43,0°. Der Versuch dauerte 32 Tage, er wurde am 16.IV abgebrochen. Wegen der sehr grossen Anzahl von gleichzeitig angesetzten Kulturen konnten hier nur zwei Zählungen während der Versuchsdauer durchgeführt werden. Das Ergebnis dieser Zählungen wie das Endtrockengewicht sind in der Tab. IV zusammengestellt, deren Zahlen sich auf den Durchschnitt der beiden Parallelschalen beziehen (nach Abzug, wie stets, der „eingeimften" Sprosse).

Im allgemeinen, wenn auch nicht im erwarteten Grade, bekräftigt der obige Versuch die Resultate des vorigen, u. zw. insofern, dass die W i r k u n g eines B o d e n e x t r a c t e s a b h ä n g i g ist von der A r t und K o n z e n t r a t i o n der m i n e r a l i s c h e n N ä h r l ö s u n g. Ähnliches ist aus B o t t o m l e y's e i n e m Versuch (11, p. 348), mit *Spirodela*, die er auf Detmer's und Knop'scher Lösung ohne und mit „bakterisiertem Torf" vergleicht, zu schliessen, obwohl er dieses Ergebnis nicht beachtet hatte. Bei ihm ergab der Torfextract auf Detmer's Lösung nach 5 Wochen einem Mehrertrag von 296%, auf Knop von 442%; es sind dies also bedeutend höhere Unterschiede in Abhängigkeit von der mineralischen Nährlösung, als sie hier zu registrieren sind, trotz der nur um 3 Tage kürzeren Versuchsdauer. Man kann aber aus diesem Unterschied der B o t t o m l e y'schen mit den hier referierten Versuchen keine weittragenden Schlüsse ziehen, umsomehr, da die Tendenz seiner wie meiner Ergebnisse die gleiche Richtung aufweist, trotzdem er mit *Spirodela* in diesem Falle experimentierte, ich mit *Lemna*.

Wichtiger aber noch und weittragender, als die oben

TABELLE IV.

Nährlösung	5.IV			16.IV			Gewicht			
	Spross-anzahl mittel	in %	Z-Q	Sp.-A	in %	Z-Q	mittel mg	in %	pro Spross γ	in %
I	54,5	100	0,648	114	100	0,89	9,6	100	81	100
Ia + Bodenextract[1])	87,5	173	1,042	131	114	1,023	15,95	166	118	145
II = I × 2	24	48	0,286	38	35	0,297	3,1	32	74	91
IIa + Bdextr.	44	82	0,524	139	121	1,086	12,2	126	85	105
III Olsen 1/1	33	63	0,393	70,5	63	0,551	8,6	90	115	142
IIIa Olsen 1/1 + Bdextr.	63	114	0,75	177,5	154	1,386	20,1	209	111	137
IV Olsen 1/5	81	145	0,963	121	106	0,945	14,65	152	117	144
IVa Olsen 1/5 + Bdextr.	120	212	1,48	146	128	1,141	17,3	180	115	142
V Olsen 1/7	51,5	95	0,613	66,5	60	0,52	10,6	110	150	185
Va Olsen 1/7 + Bdextr.	101	180	1,20	178	156	1,39	23,0	240	126	155
VI 1/1	28,5	55	0,339	35,5	33	0,277	6,6	69	167	206
VIa + Bdextr.	81,5	146	0,97	87	77	0,680	12,0	125	132	163
VII 5/1	83	149	0,99	120,5	105	0,941	11,2	117	90	111
VIIa + Bdextr.	116	205	1,38	192,5	167	1,50	14,3	149	73	90
VIII 7/1	57,5	105	0,684	126	110	0,984	6,7	70	51	63
VIIIa + Bdextr.	105	186	1,25	191,5	168	1,49	14,1	147	75	93

[1]) Überall 9,0 mg Bodenextracttrockensubstanz b pro 1000 cm^3.

mitgeteilte Folgerung aus diesem Versuche, scheint mir eine weit radicalere zu sein, u. zw. die, dass die Extractwirkung, also die Auximonwirkung, letzten Endes doch nur auf einer — noch nicht in ihrem Wesen erfassten — Korrektur von nicht optimalen Minerallösungen beruht. Dieser, aus den Resultaten des obigen Versuchs sich aufdrängender Verdacht mag folgendermassen justifiziert werden: Wenn wir die Sprossungstendenz von *Lemna* in dem in Tab. IV reproduzierten Versuch betrachten, so sehen wir z. B. schon in der I. Gruppe folgendes: *Lemna* besitzt in der extractfreien Lösung, nach 21 Tagen, einen „Z-Q" von 0.648, nach weiteren 11 Tagen, im Ganzen also 32 Tagen, einen „Z-Q" von 0,89: die „täglichen Wachstumsquoten" betrügen sonach 0,648 und 0,541. In gleicher Nährlösung mit Extract sind die „Z-Q" 1,042 und 1,023, also hier deutlich fallend, die „täglichen Wachstumsquoten" 1,042 und 0,395! Die ganz provisorisch hier eingeführten Begriffe der „Z-Q" und „W-Q", mit allen ihren Fehlern, die also nicht den tatsächlichen Stand genau wiedergeben, weisen doch schon darauf hin, dass es theoretisch zu erwarten wäre, falls die „Z-Q" sich im weiteren Verlauf des Versuches nicht ändern würden, dass die Sprosszahl beider Gruppen sich völlig ausgleicht u. zw. am 13 Tage, und in beiden Gruppen dann je 223 beträgt. Für die VIII Gruppe z. B. würde dieser Ausgleich erst nach 15 Tagen erfolgen.

Allerdings kann diese für die Auximonwirkung gefährliche Sachlage auch anders interpretiert werden, u. zw. folgenderweise: Der — an sich ja ziemlich schwach — wirksame Extract war am 21 Versuchstage, dem ersten Zählungstag, schon in seinem Auximongehalt erschöpft. Darum konnte er im weiteren Verlauf des Versuches seine Wirksamkeit nicht mehr erweisen, und darum die fallenden „Z-Q" resp. „W-Q". Eine neue Dose dieses Extractes hätte die Sprossungsquoten gegenüber der extractfreien Gruppe erhöht. Nur weitere Versuche können, allerdings, diese Frage aufklären.

Falls wir aber diesen zweiten — schliesslich ebenso, berechtigten wie es der erste war, Erklärungsversuch akzeptieren, so müssen wir die Ashhy'sche Anschauung von der katatytischen Wirkung organischer Bestandteile von Bodenextracten (resp., wie in seinem Fall, von Pferdedung) fallen lassen, oder, wir müssten eine andere Defini-

tion der Katalyse bei Lebensvorgängen geben. Abgesehen von der Frage, ob wir tatsächlich — wie es jetzt Mode ist — berechtigt sind, solche Begriffe wie Katalyse, aus dem Gebiet begrenzter Erscheinungen an anorganischen Vorgängen, auf das biologische Gebiet der doch so komplizierten Wachstumsprozesse zu übertragen, darf man doch wohl fragen, auf Grund welcher Versuchsresultate Ashby diesen Schluss gezogen hat? Ashby (3, p. 807 u. f.) verdächtigt anfänglich den Stickstoff der von Bottomley — und von ihm — gebrauchten Extracte, dass dieser die Auximoneffekte hervorbringt. Da ihn aber der Ausfall seines Versuches von der Grundlosigkeit dieses Verdachtes überzeugt, folgert er (p. 811), dass „the increase of the growth — rate *must* therefore be due to some „*catalytic*" action of the organic matter, and *not* merely to a *quantitative* effect of the minute amounts of nitrogen added[1]). Eine sehr seltsame Folgerung, wenn man berücksichtigt, dass Ashby (p. 808) mit drei Dosen von Pferdedungextract experimentiert, u. zw. 0,2, 2,0 und 20 mg Trockensubstanz per Liter. Mit 0.2 mg Extract (trocken) erhält er nach 5 Tagen (erster Zähltag) 27%, mit 2 mg 50% und mit 20 mg 47% Mehrertrag. Nach 11 Tagen betragen die Mehrerträge 33 resp. 55 resp. 64%. Ich glaube, dass die einzig hier zulässige Folgerung diese ist: das Optimum der Extractwirkung liegt für die ersten 5 Versuchstage zwischen 0,2 und 2 mg, während es für die folgenden 6 Tage über 2 mg hinaus sich verschiebt, und irgendwo zwischen 2 und 20 mg liegt. Im Lichte dieser Resultate ist die Ashby'sche Auffasung von der katalytischen Natur der Extractwirkung unbegreiflich, wenn er auch (p. 815) sagt „it seems certain, too, that the action is of a catalytic nature, since any addition above a minimum dose has no further effect upon the growth-rate". Wie wäre es, wenn man seine Resultate derart interpretieren würde: in den ersten Tagen liegt die Optimaldose bei ca 0,2 mg; mit dem Fortgang der Sprossvermehrung nähert sie sich (nach 5 Tagen) 2 mg, erreicht nach 9 Tagen bei 2 mg das Optimum, (2 mg ergeben nach 9 Tagen einen Mehrertrag von 60%, während 0,2 mg 37% und 20 mg 49% geben) und liegt nach 11 Tagen *über* 2 mg (hier geben 0,2 mg einen Mehrertrag von 33%, 2 mg 55% und 20 mg 64%)? Das fällt doch sicher nicht in den Begriff von

[1]) Die *Italica* sind von mir.

Katalyse, aber giebt die Auswirkung eines in's Minimum, während fortlaufenden Wachstums, geratenden Wachstumsfaktors wieder. Derartige „katalytische" Effecte erzielt man ja immer, wenn man einer Nährlösung irgendeinen der notwendigen Stoffe — oder allgemeiner gesagt: Wachstumsfaktoren—nicht von vornherein im Überschuss gegenüber allen anderen wirksamen Faktoren gibt.

Zur Verdeutlichung meiner Auffasung gebe ich die untenstehende Zusammenstellung, die sich nicht in die Tabelle IV hat einreihen lassen und die ziemlich deutlich diese Verhältnisse illustriert. Diese Zusammenstellung gibt die Wirkung des Bodenextractes *b* auf Sprossentwickelung am ersten (also nach 21 Tagen) und am zweiten (also nach 32 Tagen) Zähltage wieder, so wie die Gewichtsvermehrung, wobei die resp. Zahlen der Gruppen ohne Extract gleich 100 angenommen wurden:

9,0 mg Bodenextract *b*	Sprosszuwachs nach 21 Tagen	Sprosszuwachs nach 32 Tagen	Gewicht nach 32 Tagen
I + Standlardlsg	170	114	166
II + 2-fache "	183	365	393
III + Olsen orig.	191	251	233
IV + $^1/_5$ „ „	148	120	118
V + $^1/_7$ „ „	196	268	217
VI + $^1/_1$ Lösg VI	286	245	182
VII + $^5/_1$ „ „	140	159	128
VIII + $^7/_1$ „ „	183	152	210

Daraus ist doch mit einiger Deutlichkeit zu ersehen, dass je besser physiologisch ausgeglichen eine Minerallösung ist, desto schwächer, und vor allen Dingen, desto eher hört die durch den Extract hervorgerufene „Stimulation" auf. Ganz klar erscheint diese Folgerung durch die *Lemna*-Entwicklung in der üblichen Standartlösung und in Olsen's Lösung begründet. Die Standartlösung ist günstiger als ihre doppelte Konzentration, die Extractwirkung fällt darum mit der Fortdauer des Versuches ab. Dasselbe ist bei Olsen's Lösung zu konstatieren, wobei die $^1/_5$ Konzentration die günstigste ist. Viel komplizierter stellen sich dagegen die Verhältnisse mit der VI Lösung, die allerdings weit vom Schema der Zusammensetzung der üblichen Minerallösungen abweicht. Dieses Resultat erklärt auch zur Genüge, warum ich mich auf die Suche nach einer „optimalen" Minerallösung begeben habe.

Wie aus den pro Kulturschale geernteten Trockensubstanzmengen hervorgeht, kann von einer Erschöpfung der Minerallösungen absolut nicht die Rede sein. Mit den gegebenen Lösungen hätte überall die geerntete Trockensubstanz mindestens 10-fach grösser sein können. Was das Einzelsprossgewicht anbetrifft, so sieht man, dass in der Standardlösung, sowohl in der „normalen" wie in der doppelten Konzentration, dieses durch den Extractzusatz begünstigt ist; umgekehrt verhält sich aber die Sache in den übrigen Lösungen — mit einer Ausnahme — so dass auch diese Angelegenheit weiterer Untersuchungen bedarf, im Sinne der auf S. 603 vorgebrachten Einwendungen.

Abgesehen aber von der Frage, ob die in Erd-oder Dungextracten befindlichen Substanzen katalytisch wirken oder nicht, bleibt die eingangs gestellte Frage, ob die Extracte nicht einzig nur korrigierend auf nicht optimale Minerallösungen wirken, zu beantworten. Der Beantwortung dieser Frage dienen die schon erwähnten Versuche, welche ich jetzt führe zwecks Auffinden einer optimalen Minerallösung für *Lemna*.

Der Charakter der Extractwirkung.

Auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse mussten wir den Schluss ziehen, dass der Bodenextract wirkt resp. wirken mag. durch: a) seinen *Fe*-gehalt, b) durch andere Mineralbestandteile und c) durch organische Bestandteile unbekannter Natur. Der dritte, insbesondere aber der letzt angeführte Versuch hat ergeben, dass die Wirkung eines gegebenen Extractes sich nicht in den oben präzisierten Eigenschaften erschöpft, dass sie ausserdem noch in einer „Entgiftung" oder Pufferung der mineralischen Lösungen besteht. Bottomley schrieb die Wirkung seines „bakterisierten" Torfes dessen Gehalt an Abkömmlingen der Nukleïnsäure zu, Clark und Roller, die letztens dieser Frage ihre Aufmerksamkeit schenken, finden z. B. Kreatinin, wie überhaupt reine chemische Verbindungen, völlig wirkungslos. Der günstige Effekt von Bodenextracten könnte also, unter Umständen, alle anderen oben angeführten Effekte überragen durch die schon erwähnte Entgiftung. Diese „Entgiftung" mag aber recht komplizierter Natur sein, wie ich schon oben, anlässlich der möglichen

Interpretation des III Versuches, sie in ev. Lösungs-resp. in Readsorptionsvorgängen suchte. Ganz global und unpräzisiert könnten wir diese Einzelwirkungen vielleicht auf den kolloidalen Zustand der Bodenextracte zurückführen, wie es früher Prażmowski für *Azotobacter*, desgleichen Söhngen für *Azotobacter* und auch andere Mikroorganismen tat, wie es Lemmermann in der Posphorsäuresparenden Wirkung des Kieselsäuregels sah und neuerdings Niklewski es für das Wurzelwachstum von Kulturpflanzen beweisen will.

Darum habe ich noch im J. 1931, im Anschluss an die erwähnten *Azotobacter*untersuchungen, einige Versuche mit *Lemna* ausgeführt, deren einer hier reproduziert werden mag. Ich möchte hier noch betonen, dass diese Versuche sich nicht nur auf organische Kolloide beschränkten, aber auch mit anorganischen, insbesondere mit Kieselsäuregel verschiedener Herkunft und Löslichkeit, ausgeführt worden waren.

Der hier in Frage kommende Versuch wurde mit der zitierten Standardnährlösung ausgeführt, mit Zusatz von 2 mg *Ferricitrat* p. L. und den im II. Versuch angegebenen „Stimulatoren", in der üblichen Weise, und auf einem N-W-N-Fenster in 3-facher Wiederholung aufgestellt. Die Temperatur, im Mittel ca 23°, schwankte um etwa 4°. In jede Kulturschale wurde je eine zweisprossige *Lemna* eingeführt, das Anfangs-pH auf 6,9 gebracht. Zur Standardlösung wurden folgende Kolloid-Zusätze gegeben:

Gruppe I: Standardlösung mit allen Zusätzen.
„ II: desgl. + 4,73 mg p. L. Trockensubstanz eines gut wirkenden Gartenerdeextractes, das 0,473% feste Stoffe und darin 34,86% Asche enthielt.
„ III: desgl. + 0,47 mg desselben Extractes.
„ IV: desgl. + 47 mg Trockensubstanz eines künstlichen „Humins", welches aus 200 g umkristallisierten Rohrzucker in 500 cm³ e vitro bidest. Wasser mit 26,8 cm³ HCl puriss. pro anal. 1,19 in Pyrexglas auf einem Dampfbad 1/2 Stunde lang gekocht worden war.
„ V: desgl + 4,7 mg des obigen „Humins".
„ VI: „ + 0,47 mg des obigen „Humins".

Der Versuch, am 11.VII.1931 angesetzt, wurde am 30.VII.,

also nach 19 Tagen, wegen beginnender Algenvegetation, abgebrochen. Seine Ergebnisse gibt die Tabelle V wieder.

TABELLE V.

Nährlösung	18.VII		25.VII		30.VII	
	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q
I Standardlsg	4,33	0,310	8,0	0,285	24,33	0,640
II „ + 4,73 mg Extr.	10,66	0,761	29,66	1,05	81,0	2,13
III „ + 0,47 „ „	12,66	0,904	34,33	1,23	69,0	1,81
IV „ + 47 mg „Humin"	5,33	0,381	10,33	0,351	27,66	0,728
V „ + 4,7 „ „	6,66	0,476	14,66	0,521	39,0	1,03
VI „ + 0,47 „	5,0	0,357	9,66	0,366	27,33	0,719

Die obige Tabelle gibt eine genügend klare Antwort auf die eingangs gestellte Frage, u. zw.: der *kolloidale* Charakter der Bodenextracte ist tatsächlich einer der Wirkungsfaktoren. Je nach der Mengc des zugesetzten Kolloids ist seine Wirkung eine mehr oder weniger günstige. Das Optimum hier—bei anderen Nährlösungen mag es anders sein — liegt zwischen 0,47 und 47 mg „Humin", denn bei 47 mg Huminzusatz finden wir, gegenüber der reinen Standardlösung, eine anfänglich etwa 20% - Wirkung, die langsam, mit der Versuchsdauer abfällt; bei 0,47 mg „Humin" - Zusatz ist die Wirkung von Anfang an schwächer, ca 12% betragend, aber anhaltender und sich noch am letzten Zähltage auf dieser Höhe haltend, während die mittlere Dose, 4,7 mg, am ersten Zähltage einen „Wirkungsbetrag" von ca 50% aufweist und, mit der Fortdauer des Versuches, nur wenig abfällt, also, im Ganzen, am besten wirkt.

Ein — wahrscheinlich—viel klareres Bild inbezug auf die quantitative Auswirkung des „Humin" - Zusatzes hätten wir wohl erhalten, wenn die Zähltage, von Beginn an zahlreicher gewesen wären. Der „Humin" - Zusatz hier hat wohl nur entgiftend wirken können, da mit ihm, ausser den kolloidalen Huminsubstanzen, keine Stoffe von anderem chemischen

Charakter, organisch oder anorganisch, in die Nährlösung eingebracht worden sind, falls wir dem künstlichen „Humin" selbst nicht eine stimulierende Wirkung zuschreiben wollen. Die grosse Dose von „Humin" hat offenbar, verglichen mit der mittleren, etwas hemmend gewirkt, vielleicht durch Adsorptionswirkungen, wie aus dem Ergebnis des zweiten Zähltermins zu schliessen wäre; die kleine Dose dagegen hat nicht genug entgiftend gewirkt, jedenfalls bedeutend schwächer, wie die mittlere Dose. Alle Dosen der Huminsubstanzen aber wirkten bedeutend schwächer wie der Extract aus natürlicher Gartenerde, dessen Wirksamkeit, obendrein, mit der Versuchsdauer immer stärker steigt. Eine quantitative Auswirkung des Erdextractes ist ganz klar sichtbar: die kleine Dose wirkt am ersten Zähltage am besten, im Laufe der Versuchsdauer fällt sie aber deutlich gegen die grosse Dose ab, folglich konstatieren wir eine Erschöpfung dieser Dose. Die grosse dagegen, die anfänglich, verglichen mit der kleinen, hemmend wirkte, steigert ihre Wirkung im Laufe des Versuches immer deutlicher, und wir dürften erwarten, dass bei einer längeren Versuchsdauer, falls sich keiner der bekannten Nährlösungsbestandteile erschöpft hätte, die grosse Dose die Wirkung der kleinen wahrscheinlich im quantitativen Verhältnis proportionell überholt hätte.

Dieser Versuch hat uns um eine weitere, für das Studium der dunklen „Auximon"-Wirkungen wichtige Erkenntnis bereichert, u. zw. die, dass Bodenextracte — je nach ihrer Zusammensetzung und je nach dem mehr oder weniger optimalen Charakter der für eine Pflanze angewandten Minerallösung — auch durch ihren *kolloidalen* Charakter allein günstig wirken mögen, indem sie nicht genügend ausbalancierte Minerallösungen entgiften.

Hat die „Auximon" - Wirkung den Charakter von „Bios" oder „Allelokatalyse"?

Wie ich hier schon früher erwähnte, habe ich von Anfang an bei dem Studium von Auximonwirkungen an Analogien mit „Bios" oder „Allelokatalyse" gedacht. Zahlreiche, zur Klärung dieser Frage angesetzte Versuche sind, wegen

der nich genügend beherrschten Kultivierungskunst der *Lemna*, erfolglos geblieben. Im Laufe der Zeit, mit der fortschreitenden Beherrschung der *Lemna*-Kultur. liess sich diese Frage schliesslich doch, u. zw. endgültig beantworten. Ich werde im nachstehendem nur die Resultate von zwei einwandfreien Versuchen anführen, wovon der eine in recht ungünstigen Lichtverhältnissen durchgeführt worden war. Gerade deshalb werde ich ihn reproduzieren, da in sehr günstigen Bedingungen „Bios"-Erscheinungen sich leichter verwischen. Es freut mich aber hier sagen zu dürfen, dass ich noch über die Resultate zweier anderer Versuche verfüge, die trotzdem sie in anderen — u. zw. günstigeren Licht- und Temperaturverhältnissen—durchgeführt worden waren, fast ganz genau die gleichen Resultate, wie der oben reproduzierte Versuch, ergeben haben. Ich führe sie hier aber deshalb nicht an, da in ihnen die Nährlösung nicht erneuert worden war, so dass das Endresultat ev. auf die Erschöpfung der Nährlösung in den von Anfang an mit grösserer Sprossanzahl beschickten Schalen zurückgeführt hätte werden können.

Die Versuchsanordnung und Durchführung war dieselbe, wie hier immer angegeben. Als Kulturlösung diente die Standardlösung mit 4,39 mg *Ferricitrat* und „Stimulatoren"-Zusatz p. L. Es wurden zwei Reihen angesetzt, von denen die eine, in der Standardlösung, ohne Kürzung vorgeführt wird; von der zweiten dagegen werden nur drei Gruppen in der tabellarischen Zusammenstellung (Tab. VI) berücksichtigt, da die Vorführung der vollen Reihe nichts Charakteristisches oder Neues bringen würde. Der Unterschied zwischen der ersten Reihe und der zweiten beruhte nur darauf, dass die zweite Reihe 1/10 der Lösungskonzentration der ersten erhielt, also z. B. anstatt 50 mg NH_4NO_3 p. L. nur 5 mg. Die Kulturschalen, zu je 500 cm³ Nährlösung, wurden mit verschiedenen „Sprossmengen" von *Lemna* „beimpft", u. zw. mit einsprossigen Pflänzchen in folgenden Verhältnissen: 1. 2, 4, 8, 12, 16 und 24 einsprossige *Lemnae* pro Kulturschale, deren jede mit gleichgelochten Cellophandeckeln versehen war.

Die Temperaturbedingungen waren folgende: Vom 18. bis 31.I: das mittlere Minimum betrug 17.3°, das mittl. Maximum 21,5°, die Mitteltemperatur: 19,4° C; das absolute Minimum 16° und das absolute Maximum 24°. Im Februar: das mittl. Min.

17°, das mittl. Max. 23,1°, die Mitteltemperatur 20,1°; das absol. Min. 14°, das absol. Max. 26° C. Im März: das mittl. Min. 16,3°, das mittl. Max. 24,2°, die mittlere Temperatur 20,25° C. Das absolute Min. 14, das absolute Max. 30° C.

Die Lichtverhältnisse waren sehr variabel; nach etwa dreiwöchentlicher Versuchdauer setzten sehr trübe, lichtarme Tage ein, so dass zur Nachhilfe mit künstlichem Licht gegriffen werden musste. Vom 16.II. an bis zum Versuchsende wurde während der Nacht mit einer Phillips-Lampe belichtet, wodurch die Lichtintensität während den Nachtstunden für jede Kulturschale 220 — 240 Lux betrug. Der günstige Einfluss dieser Zusatzbelichtung macht sich, wie aus dem Kurvenverlauf in Fig. 184 und 185 ersichtlich ist, recht deutlich bemerkbar.

Ausserdem wurde die Nährlösung am 22. Kulturtage, also am 9.II. in der einen Reihe erneuert. Die zweite Reihe mit der 1/10 Lösung, wurde nicht erneuert, was sich in der Folge deutlich bemerkbar macht und gut im Kurvenverlauf der Fig. 185 sichtbar wird. Am 9.III. wurde der Versuch, nach 50-tägiger Versuchsdauer abgebrochen und in jeder Schale die Trockensubstanz bestimmt.

Die Resultate gibt die Tabelle VI und die Figuren 184 und 185 wieder.

Wie aus der Tabelle VI und der Fig. 184 zu sehen ist, ist bei *Lemna* von „Bioserscheinungen" oder von „Allelokatalyse" nichts zu bemerken. Anfänglich ist der Zuwachs in den Kulturen, die mit wenigen Sprossen beschickt worden waren, etwas verlangsamt, gleicht sich aber im weiteren Versuchslauf völlig aus. Diese anfängliche Verlangsamung würde vollauf ihre Erklärung in der anfänglichen „Giftwirkung" der Minerallösung finden, die, obwohl recht schwach, sich doch bemerkbar machen könnte. Beim Einbringen einer grösseren Anzahl Sprosse macht sich dann diese anfängliche Giftwirkung nicht bemerkbar, weil die grössere Entgiftungsfläche der zahlreicheren Sprosse die Giftwirkung bald bewältigt. Natürlich könnte das hier wiedergegebene Resultat bei Versuchen mit einer anderen, weniger gut balancierten Nährlösung, wohl anders aussehen. Jedenfalls ist hier nichts von Bios oder Allelokatalyse zu sehen, wo doch die Anfangsindividuenzahl sich im Extrem wie 1 : 24 verhielt.

TABELLE VI.

Datum. Alter in Tagen	Eingeführte Sprossanzahl pro Kulturschale: 1		2		4		8		12		16		24		1		2		4	
	Spross zahl	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q	S-A	Z-Q
25.I 7	2	0,143	3,5	0,107	8	0,143	13,5	0,10	21,5	0,113	26,5	0,094	43	0,113	2	0,143	3,5	0,107	8	0,143
4.II 17	4	0,176	7	0,143	16	0,179	27	0,14	37,5	0,125	49,5	0,123	80,5	0,138	4	0,176	8	0,176	14	0,147
9.II 22	5,5	0,204	10	0,181	18	0,206	35,5	0,156	48,5	0,138	70	0,154	100	0,144	6	0,227	11	0,204	21,5	0,176
16.II 29	7,5	0,224	13,5	0,198	29,5	0,220	54,5	0,20	79,5	0,194	119	0,222	157	0,191	8	0,241	14,5	0,216	27	0,198
23.II 36	13	0,333	21	0,264	39	0,243	85,5	0,269	114	0,236	177,5	0,28	257,5	0,27	13	0,333	18,5	0,229	32	0,194
2.III 43	19,5	0,43	30	0,326	54	0,291	134	0,366	163,5	0,293	266,5	0,364	382,5	0,347	18	0,395	21,5	0,226	36,5	0,189
9.III 50	28	0,54	44	0,42	97,5	0,47	210,5	0,506	268,5	0,428	406,5	0,488	643	0,516	20	0,38	25	0,23	41	0,185
E-S-A[1]) / A-S-A	1,0		1,6		3,5		7,54		9,6		14,5		23		1,0 / 0,71[2])		1,25 / 0,78[2])		2,05 / 0,58[2])	
Endgew. in mg.	1,3		3,0		7,1		16,5		21,2		31,3		42,1							
Verhält. d. Endgew.	1,0		2,31		5,46		12,7		16,3		24,1		32,4							
Sprossgewicht in γ	46,4		68,2		72,8		78,4		79		77		65,5							

1) Verhältnis der End-Spross-Anzahl zur Anfangszahl. 2) Vergl. mit denen in voller Nährlösung.

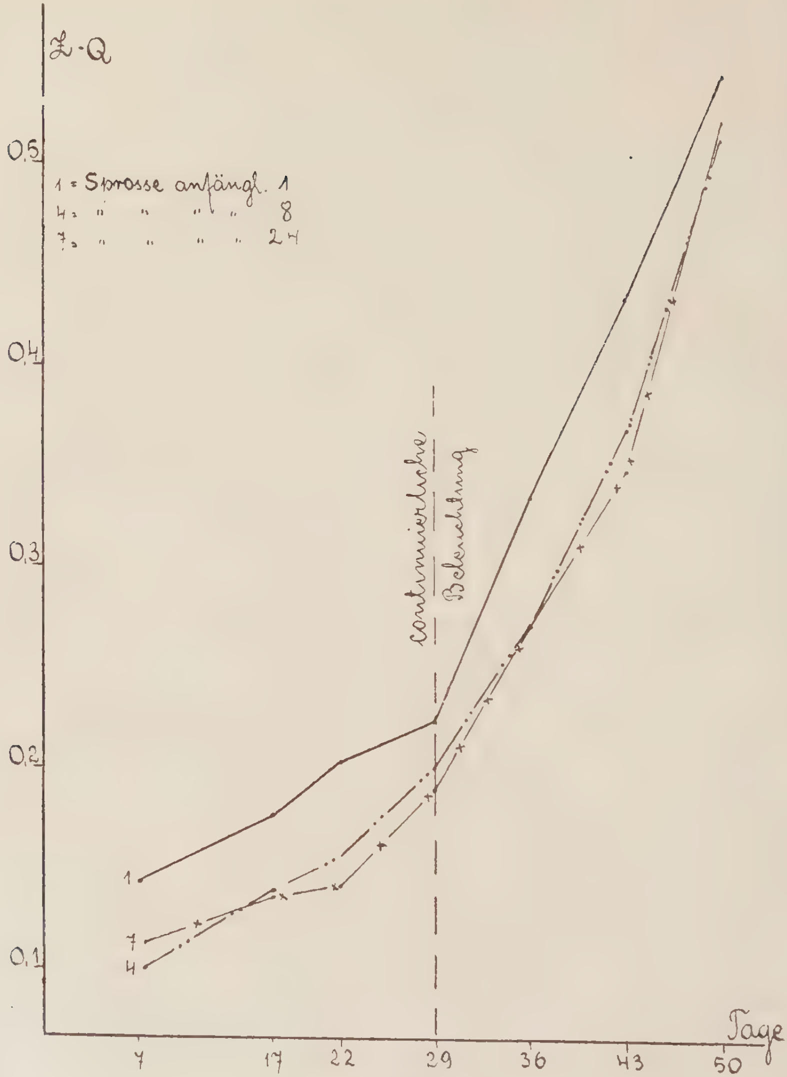


Fig. 184.

Die Erneuerung der Nährlösung am 22. Versuchstage hatte in der Gruppe, die mit *einem* Spross beschickt worden war, eher eine ungünstige Wirkung, wie am Kurvenverlauf 1 in Fig. 184 zu sehen ist; es machte sich hier eine schwache Giftwirkung, genau so wie im Anfang, bemerkbar. In der Lösung die anfänglich mit 8 Sprossen beschickt worden war, und wo

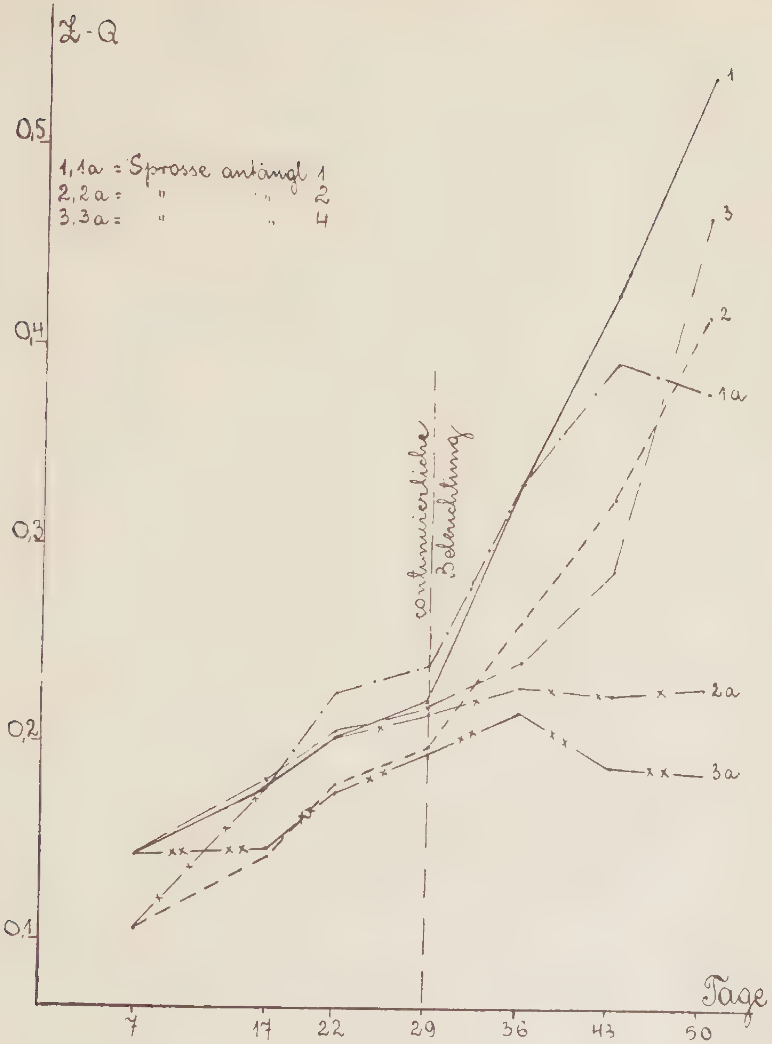


Fig. 185.

die neugewachsene Sprosszahl am Erneuerungstage der Nährlösung im Mittel schon 54 Sprosse betrug, ist von einer Giftwirkung der frischen Nährlösung nichts zu merken, im Gegenteil, die Sprossvermehrung ist eher schneller geworden, wie der Linienverlauf 4 in Fig. 184 zeigt.

Ganz deutlich günstig wirkte dagegen die Erneuerung der Nährlösung in der mit je 24 Sprossen anfänglich be-

schickten Gruppe, in welcher der Sprosszuwachs pro Schale schon 100 betrug (am Erneuerungstage). Irgend einer der Nährlösungsbestandteile wirkte also vorher schon zuwachshemmend, und diese Hemmung wurde, wie aus dem Linienverlauf 7 in Fig. 184 ersichtlich ist, durch die Erneuerung der Nährlösung völlig behoben.

Die Vermehrung der Lichtzufuhr durch die nächtliche Belichtung vom 29. Versuchstage an macht sich in allen Gruppen gleichmässig, u. zw. günstig und recht deutlich bemerkbar, wie aus dem plötzlich steilerem Linienverlauf von diesem Tage an in Fig. 184 klar zu entnehmen ist. Das Licht war also, wahrscheinlich von Anfang an, der hauptsächlichste begrenzende Faktor. Höchst wahrscheinlich würde aber die Licht-Wirkung bei der *Lemna*-Kultur in einer anderen Nährlösung und in anderen Temperaturverhältnissen wohl anders zum Ausdruck gekommen sein.

In der nächsten Fig. 185 gebe ich den Zuwachsverlauf der *Lemna* in dem besprochenen Versuch mit Bezug auf die ersten drei Gruppen (also mit einer Anfangssprosszahl von 1,2 und 4) in den beiden Reihen wieder (Gruppen 1, 2, 3 = = volle Lösung, Gruppen 1a, 2a, 3a 1/10 Lösung).

Im Anfangsverlauf sieht man neuerdings deutlicher die hemmende Giftwirkung der vollen Standardlösung, während die anfängliche Sprossvermehrung in der 1 Gruppe (mit 1 Sprosse beschickt) der Reihe *a* mit 1/10 Nährlösung gar nicht gehemmt ist. Die Folgen der Nährlösungserchöpfung sind hier in der *a*-Reihe sehr deutlich. Während die Zusatzbelichtung in allen drei Gruppen der vollen Nährlösungsreihe sich im sofortigen Anstieg der Zuwachslinien kundgibt, erfolgt die gleiche Reaction nur in der 1. Gruppe der *a*-Reihe (1/10 Nährlösung), die anfänglich nur mit einem Sprosse beschickt worden war, während die beiden übrigen Gruppen, 2a und 3a, auf die vermehrte Lichtzufuhr gar nicht reagieren. Der Grund eines solchen Verhaltens wird sofort klar, wenn wir die Anzahl der während der Versuchsdauer beigewachsenen Sprosse beachten. Die nicht in der *a*-Reihe erneuerte, von Anfang an nur 1/10 konzentrierte Nährlösung war am Erschöpfen, als mit der nächtlichen Lichtzufuhr begonnen wurde. An Stelle des anfänglich die Sprossvermehrung begrenzenden Lichtes trat die begrenzende Wirkung der sich erschöpfenden Nährlösung oder eines ihrer Bestandteile ein,

so dass vermehrte Lichtzufuhr keine Wirkung mehr auf die Sprossvermehrung ausüben konnte. Man kann aus der Tabelle VI entnehmen, bei welcher Sprosszuwachsgrösse die Erschöpfung der Nährlösung sich kundgibt. In der Tabelle habe ich diese Sprosszahlen unterstrichen; wir sehen, dass der Maximalzuwachs in Gruppe 1 (mit 1 Anfangsspross) bei 18 Sprossen erreicht ist, in Gruppe 2 (mit 2 Anfangssprossen) gleichfalls bei 18,5 Sprossen, und nur in Gruppe 3 (4 Anfangssprosse) bei 27 Sprossen. Wir können daraus folgern, dass sich die Nährlösungserschöpfung fast bei der gleichen Zahl neugebildeter Sprosse in allen Gruppen manifestierte; die Gruppe 3 zeigt allerdings erst bei 27 Neusprossen die Folgen der Nährlösungserschöpfung, doch glaube ich diese „Verspätung" durch die anfänglich grössere Zahl der in die Lösung eingebrachten Sprosse erklären zu dürfen. Jedenfalls darf man annehmen, dass 4 Sprosse die vierfache Stoffmenge gegenüber 1 Sprosse mitbringen und dass damit bei ihnen die Nährlösungserschöpfung etwas später eintritt als bei den Gruppen mit nur einem Spross von Beginn an. Der Linienverlauf von 1a in Fig. 185, wo—im Gegensatz zu 2a und 3a—das Licht hier eine Steigerung des Zuwachses bedingt, ist nach dem jetzt Gesagten, wie ich hoffe, völlig klar, ebenso wie der plötzliche Abfall der Linie 1a am 43. Versuchstage. Hier erst trat die Nährlösungserschöpfung ein, und darum der Zuwachsabfall trotz weiter dauernder vermehrter Lichtzufuhr, ein Abfall, der in 2a und 3a schon früher eingetreten war.

Aus dem vorigen Versuch haben wir gefolgert, dass die Neubildung von Sprossen bei *Lemna* keinen „Bios"-oder allelokatalytischen Charakter aufweist. Gewisse anfängliche Hemmungserscheinungen in mineralischen Nährlösungen, die mit 1 oder 2 *Lemna*sprossen beschickt waren, traten jedoch auf; sie waren zwar weniger deutlich in dem hier besprochenen Versuch, aber in zwei anderen analogen Versuchen waren sie schärfer und auch sonst vielfach seit langem von mir beobachtet; aus dem Verhalten der *Lemna* in der 1/10 konzentrierten Lösung im besprochenen Versuch habe ich gefolgert, dass diese Hemmung durchaus nicht allelokatalytischer oder „Bios"-Natur ist, sondern durch die nicht optimal balancierte Lösung resp. ihre anfänglich zu hohe Konzentration verursacht war. Ausserdem war aber noch eines auffallend, u. zw. die geringere Sprossgrösse resp. Gewicht der

Pflanzen, die in Einzahl oder Zweizahl in mineral. Lösungen gebracht, darin sich doch in gleichen Licht- und Temperaturverhältnissen entwickelten wie die von Anfang an mit grösseren Sprossmengen beschickten Kulturen. Für dieses geringere Sprossgewicht, dem auch eine geringere Sprossgrösse entsprach—dem Augenmaass nach, nicht nach präzisen Messungen — musste eine experimentelle Erklärung gesucht werden. Gemäss den das „Biosproblem“ aufstellenden Untersuchungen Wildier's tritt die sehr lang andauernde Hemmungsphase der Hefenentwickelung, bei sehr geringen Impfmengen, nur in rein mineralischen Nährlösungen (natürlich, mit Zucker!) auf, nicht dagegen im Malzextract, wo der Wachstumsverlauf unabhängig von der Impfmenge ist. Darum war auch in dieser Beziehung noch die *Lemna* zu prüfen, obwohl der vorige Versuch diese Frage schon endgültig erledigt hatte, u. zw. im negativen Sinn.

Der nun zu besprechende Versuch[1]), dessen Ergebnisse die Tabelle VII wiedergibt, wurde in ausgezeichneten Vegetationsbedingungen, im Gewächshaus, ausgeführt, mit der üblichen Methodik und der Standardnährlösung als Grundlösung.

Die Kulturschalen mit je 500 cm^3 Nährlösung beschickt, wurden mit gleichgelochtem (108 Löcher pro „Deckel“) Cellophan verklebt. Die Belichtung, an den langen sonnigen Frühsommertagen, war höchstwahrscheinlich optimal, die Temperatur eher — zeitweise — besonders um die Mittagszeit—zu hoch, da sie bis 47° anstieg (Lufttemperatur). Die hier in Tab. VII. gegebenen Zahlen beziehen sich auf 4 Versuchsgruppen in 2 Reihen, u. zw.: Gruppe I erhielt die Standardlösung mit einem mineral. „Stimulatoren“-Zusatz, der 19 Elemente umfasste, Gruppe II dasselbe + 4,73 mg Trockensubstanz des gleichen recht gut wirksamen Erdextractes, der schon im Versuch V zur Anwendung gekommen war, Gruppe III: 0,47 mg (also 1/10 der vorigen Menge) Extract und Gruppe IV: einen Zusatz von Extractasche aus 4,73 mg Trockensubstanz, also 1,61 mg. Alles per Liter Nährlösung. Von jeder Gruppe wurde die Hälfte (je 4 also) der Schalen mit je

---

[1]) Dieser Versuch umfasste weit mehr Gruppen, die sich auf andere Fragen bezogen und deren experimenteller Ausfall uns hier nicht interessiert; ch lasse sie darum aus.

e i n e r einsprossigen *Lemna*, die II. Reihe mit je z e h n e i n-sprossigen *Lemnae* „beimpft“. Das Anfangs-pH wurde überall auf 6,9 gebracht, da irrtümlicherweise die Lösung anstatt 20 mg Na_2CO_3 s. aq. p. L. davon 30 mg erhielt, und der Aschenzusatz zur Gruppe IV obendrein dieses pH von 6,74 auf 6,90 erhöhte. Das anfänglich etwas zu hohe pH mag überall wohl etwas hemmend gewesen sein. Der Versuch wurde am 25.VI angesetzt, und die Sprosszählungen wurden alle 2 resp. 3 Tage vorgenommen. In der Tabelle gebe ich, wegen Raumersparnis, nur die Zählungen in 5-tägigen Abständen wieder, da die kürzeren Zählungstermine nichts wesentlich anderes ergeben haben. Der Versuch dauerte 18 Tage und wurde am 13.VII. abgebrochen, das pH und das Trockengewicht bestimmt.

TABELLE VII.

Nährlösung	Anfangs-zahl der Sprosse	30.VI		5.VII		10.VII		13.VII		Spross-gew. γ
		Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	
I Mineral N.	1	2	0,40	3,5	0,35	4,5	0,30	9,5	0,53	84,1
	10	13,5	0,27	29,0	0,29	57	0,38	100,5	0,56	104
II wie I + 4,73 mg Bod.-Extr.	1	1,5	0,30	6,5	0,65	29	1,93	48,5	2,70	152,6
	10	21	0,42	75,5	0,75	267	1,78	508	2,82	139
III wie I + 0,47 mg Bod.-Extr.	1	2,5	0,50	7	0,70	22	1,47	33	1,78	194
	10	18,5	0,37	55	0,55	176	1,17	308,5	1,71	188,3
IV wie I + 1,61 mg Bod.-Extr.-Asche	1	0,5	0,10	2,0	0,20	2,5	0,167	3	0,167	?
	10	12,5	0,25	23	0,23	44,5	0,30	64,5	0,37	134,2

Was nun die Ergebnisse des in Tab. VII wiedergegebenen Versuches anbetrifft, so ist vor allem zu konstatieren, dass er das Ergebnis des vorigen Versuches (Tab. VI) völlig bestätigt, u. zw., dass bei *Lemna* keine „Bios“-Erscheinungen, keine Allelokatalyse und keine „mitogenetische“ Strahlungswirkung zum Ausdruck kommt. Nach einer kurzen Hem-

mungsphase, die kürzer in mit Bodenextract versetzten Nährlösungen ist als in rein mineralischen, verläuft das Wachstum gleichmässig, ob mit einem oder zehn Sprossen „beimpft" worden war, d. h. die Wachstums-resp. Vermehrungsquote ist unabhängig von der Anfangszahl der in eine Nährlösung eingebrachten Spross-resp. Pflanzenanzahl. Das will aber nicht sagen, dass Hemmungswirkungen, durch nicht optimale Nährlösungszusammensetzung oder andere Vegetationsfaktoren bedingt, nicht in Lösungen die mit *einem* Spross „beimpft" waren, nicht stärker sich kundgeben sollten als mit reichlicher „beimpften" Nährlösungen, wie dies auch hier besonders deutlich zu sehen ist in der Gruppe IV (mit Extractasche), wo diese (der mit *einem* Spross beimpften Schalen) Anfangshemmung noch am 18. Versuchstage sich sehr deutlich bemerkbar macht und die Sprossvermehrung mehr als um das Doppelte zurückhält.

Was die zweite Frage, deren Beantwortung dieser Versuch gewidmet war, u. zw. die Sprossgrösse resp. Gewicht anbetrifft, so hat der Versuch auch eine Antwort gegeben. Aus der letzten Rubrik der Tab. VII ist zu ersehen, dass 1)—was ja schon aus Bottomley's und den besonders exacten Ashby'schen Versuchen bekannt war, und was, mit manchen Einschränkungen, auch in den vorigen hier vorgeführten Versuchen zum Ausdruck gekommen war—das Sprossgewicht (resp. Sprossgrösse, wie es Ashby will) durch Bodenextracte gesteigert wird, und 2), dass diese, (die durch Bodenextract also bedingte, und zwar nur diese) Gewichtssteigerung unabhängig ist von der in die Kulturlösung eingeführten Sprossanzahl, und 3), dass das Sprossgewicht in rein mineralischen Nährlösungen *wohl* von der in die Versuchslösung anfangs eingebrachten Sprosszahl abhängig ist. Die Sachlage ist also, mit a. W. derart: in Nährlösungen *mit* Bodenextract (nicht eingeäschert) ist die Anfangszahl der Sprosse für die Grösse resp. das Gewicht der in dieser Lösung sich entwickelnden Pflanzen gleichgültig, dagegen ist sie, u. a. (vergl. S. 619), in rein mineralischen Nährlösungen *wohl* von der Anfangsspross-resp. Pflanzenzahl abhängig, u. zw. in dem Sinne, dass beim Einbringen

einer grösseren Anzahl von Sprossen resp. Pflanzen das Spross - resp. Pflanzengewicht (resp. Grösse) der neu in dieser Lösung entstehenden Pflanzen höher wird als in dem Falle, wo die Versuchslösung nur mit einem Spross resp. Pflanze „beimpft“ worden war.

Das obige Versuchsresultat glaube ich folgenderweise erklären zu dürfen: Die Vermehrungs - resp. Sprossteilungsfaktoren (oder Faktor), in diesem Falle „Bioseffekt“ oder „Allelokatalyse“, sind andere, als die Grössenwachstumsfaktoren (oder Faktor). Sowohl in Bodenextracten als auch in rein mineralischen Nährlösungen wirken die Vermehrungsfaktoren unabhängig von der Anfangssprosszahl, d. h., die in die betr. Nährlösung eingebrachten [Mutter-] Pflanzen selbst scheiden sie (oder ihn) nicht nach aussen, solange sie gesund und entwickelungsfähig sind, ab, so dass Neusprosse diesen hormonalen Faktor aus Erdextracten aufnehmen, welche, je nach ihrer Herkunft u. a. m., mehr oder weniger davon enthalten und dementsprechend auf die Vermehrungs - resp. Teilungsquoten wirken. Der Grössenwachstumsfaktor dagegen wird von den Pflanzen (*Lemna*) schon beim Leben nach aussen ausgeschieden, befindet sich aber — neben dem Vermehrungsfaktor — gleichfalls in Erdextracten. Lässt man nun *Lemna* in einer mit Erdextract versehenen Nährlösung wachsen, so schöpft sie beide Faktoren (oder Faktorenkomplexe) aus diesem, zeigt darum sowohl eine gesteigerte Vermehrungs- als auch Grössen-Wachstumsquote, unabhängig davon, ob die Versuchslösung mit einer oder vielen Pflanzen „beimpft” war. Anders wird es aber, wenn die Pflanze (hier *Lemna*) in einer rein mineralischen Nährlösung kultiviert wird. Werden in die mineralische Lösung mehrere oder viele Pflanzen eingeführt, so genügt die von ihnen selbst produzierte und nach aussen abgeschiedene Menge des Grössenfaktors, um das Grössenmaasz der Nachkommenschaft auf einer—von äusseren Faktoren wie Licht, Temperatur, Menge, Art und Konzentration der Nährlösung, Erblichkeit u. a. m.—mitbestimmten Grösse zu halten; ist dagegen die Anfangsindividuenzahl gering, so genügt die von ihr produzierte und ev. nach aussen abgegebene Menge des „Grössenwachstumsfaktors” nicht, um die Endgrösse der Nachkommenschaft aufrecht zu erhalten, so dass diese sinkt.

Ganz allgemein würde sich dieser Sachverhalt etwa folgendermassen ausdrücken lassen: Wachstum wie Vermehrung ist den Organismen angeboren („autothen"). Ihr Ausmaas und Verlauf wird aber von inneren (wie z. B. Heterosie) und äusseren (wie z. B. Temperatur) Faktoren geregelt. Der Endeffekt wird durch antagonistische Faktorenkomplexe bedingt u. zw. eubiotische oder Begünstigungsfaktoren und antibiotische oder Hemmungsfaktoren. Beide bestehen aus zwei Untergruppen: Faktoren, die das Zell- Organ- oder Individuumwachstum beeinflussen, resp. begünstigen, und die ich darum, im weiteren Verfolg der auf S. 619 ausgesprochenen Auffassung, „Auxanine" (oder „individuelle Wachstumsfaktoren") nennen möchte, und aus Faktoren, die die Zellteilung resp. Organbildung beeinflussen resp. begünstigen und sonach zur Populationsvermehrung führen, und die ich darum „Poioschizine" zu nennen vorschlage. Die antibiotischen oder Hemmungsfaktoren würden dementsprechend als „Antauxanine" resp. „Antischizine" zu bezeichnen sein. Diese Benennungen, in ihrer allgemeinsten Fassung, wollen natürlich nichts über die Natur der Faktoren aussagen, sie können sonach physikalischer, chemischer oder autogener Natur sein.

Hier, bei Erdextracten, wäre an die hormonale Natur dieser Faktoren zu denken; man könnte sonach, die gleiche Terminologie weiterspinnend, von „Hormonautauxaninen" und „Hormonautopoioschizinen" sprechen, falls wir an die von *Lemna* selbst gebildeten diesbezügl. Faktoren denken; dagegen könnten wir vorläufig die aus dem Bodenextract oder aus anderen Quellen von *Lemna* geschöpften Faktoren als „Xenauxanine" resp. „Xenopoioschizine" bezeichnen.

Das skizzierte Schema liesse sich wohl auf alle Organismen anwenden, die sich vegetativ vermehren. Das Auftreten von Reproduktionsprozessen würde eine Ergänzung in den „Reproduktionsfaktoren" (den „Genesinen") verlangen, die man, ganz allgemein wieder, in „Genauxanine" und „Genopoioschizine" teilen könnte.

Der hier entwickelte Gedankengang ist allerdings, wie ich bekennen muss, nicht allein durch die Ergebnisse der zwei hier zuletzt angeführten Versuche entstanden. Vielfache Beobachtungen über den Wachstums- bezw. Entwickelungsverlauf von *Lemna* und Hefen-Kulturen hat ihn mir aufgedrängt, und

nicht zuletzt das Ergebnis des folgenden Versuches, den ich hier in Tab. VIII zusammenstelle. Dieser Versuch bildete, wie der in Tab. VII dargestellte, eine Nebenreihe eines grossen Versuches. Alle Bedingungen waren hier genau so wie in dem in Tab. VII referierten Versuch. Als Versuchslösung diente die dort erwähnte Standardlösung ohne und mit Erdextract, dieser nur in einer Dosierung, u. zw. 4.73 mg p. L., gegeben. Die zwei Nährlösungen wurden in je 4 Gruppen arrangiert (zu je 2 Kulturchalen), u. zw.:

Gruppe I: beimpft mit je einer einsprossigen grossen *Lemna* aus einer Erdextractvorkultur.
Gruppe II. beimpft mit je 10 einsprossigen *Lemnae* wie vor.,
Gruppe III: beimpft mit je einer einsprossigen kleinen *Lemna* aus einer Erdextractaschenvorkultur, und
Gruppe IV: beimpft mit 10 solcher *Lemnae*.

Das Trockengewicht der eingeimpften grossprossigen *Lemna* betrug per Spross ca 165 γ, das der kleinsprossigen ca 68 γ. Wie in dem in Tab. VII zusammengestellten Versuch, schwankten auch hier die Temperatur- und Lichtverhältnisse in sehr weiten Grenzen, und waren, mindestens zeitweise, supraoptimal.

Die Ergebnisse gibt Tab. VIII wieder.

TABELLE VIII.

Nährlosung		Anf.-Spross-Zahl	30. VI		5. VII		10. VII		Sprossgewichr γ
			Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	Sp.-A	Z-Q	
I Standardlsg	grosse Sprosse	1	2	0,40	3,5	0,35	5,5	0,367	—
II ,,	grosse Sprosse	10	18	0,36	32	0,32	64	0,427	112,5
Ia ,, + Extract	grosse Sprosse	1	2	0,40	7,0	0,70	31	2,07	142
IIa ,, ,, ,,	grosse Sprosse	10	23	0,46	81	0,81	296	1,97	156,3
III Standardlsg	kleine Sprosse	1	2	0,40	3,5	0,35	7	0,41	57,1
IV ,,	kleine Sprosse	10	14	0,28	27	0,27	58	0,387	96,5
IIIa ,, + Extract	kleine Sprosse	1	2	0,40	5,5	0,55	26	1,73	130,8
IVa ,, ,, ,,	kleine Sprosse	10	21	0,42	59	0,59	218	1,45	136,2

Wie aus obiger Tabelle zu ersehen ist, bestätigen die Ergebnisse einigermassen die oben aufgestellte These, obwohl die Licht und Temperaturverhältnisse sehr schwankend und darum recht ungünstig für diesen Versuch lagen. Ich hoffe aber bald

diesen Versuch in konstanten Licht und Temperatur-verhältnissen wiederholen zu können. Leider ist die Trockengewichtsbestimmung in der I Gruppe missglückt, so dass nicht alle Folgerungen aus diesem Versuche in Zahlen sich wiedergeben lassen. Immerhin sehen wir, dass 1) der Extract in Gr. II*a* gegenüber II eine Steigerung der Sprossgrösse (Gewicht) von 38,8%, in der Reihe mit den kleinen *Lemnae*, also IV*a* gegenüber IV, von 41% ergab. 2) Die Abhängigkeit der Grösse von der Anfangsmenge drückt sich bei den grossen *Lemnae* (II*a* gegen I*a*) in einer Gewichtssteigerung von 10%, bei den kleinen *Lemnae* (IV*a* gegen III*a*) von 4%, in der extractfreien Lösung (IV gegen III) dagegen von 69% aus, und 3) der Einfluss der Anfangsgrösse offenbart sich in II gegenüber IV in einer Steigerung das Gewichtes von 16,6%, in I*a* gegenüber III*a* von 8,5% und in II*a* gegenüber IV*a* von 14,7%.

Die Zahlen sind aber nicht absolut zu nehmen, da ja die eingeimpften Sprosse voll ausgewachsen waren, hier dagegen beziehen sich die Gewichte auch auf Sprosse, die noch unausgewachsen, etwa 0,5 mm maaszen.

In den gleichen Belichtungs- und Temperaturverhältnissen wirkte sowohl der Extract als auch die „Anfangs-" Grösse der in die Versuchsschalen eingebrachten Pflanzen *positiv* auf das Einzelsprossgewicht der entstehenden Population. Wären die Versuche mit „stammreinen" *Lemnae* ausgeführt worden — was sich wegen der grossen Menge des benötigten „Impfmaterials" bei der stets die Kulturen bedrohenden Algenvegetation nicht durchführen liess, so wären die Ergebnisse wohl noch schärfer hervorgetreten sein.

Mit Bezug aber auf die oben entwickelte These von der Dualität der Vermehrungs- und Wachstumsfaktoren, scheint mir das Ergebnis des obigen Versuches gleichfalls positiv zu sein: abgesehen von den den Endeffekt regulierenden Hemmungsfaktoren, ist das Grössenwachstum, hier im Gewicht ausgedrückt, doch deutlich von der Grösse der eingebrachten Pflanzen abhängig, und nicht nur von der Anwesenheit des Erdextractes in der Nährlösung. Dagegen der „Vermehrungsfaktor", von welchem, auf Grund der Ergebnisse der voraufgegangenen Versuche angenommen wurde, dass er der Hauptfaktor in der Wirkung von Erdextracten ist, äussert sich in Individuen - Zuwachsquoten von etwa 400% und mehr!

Die Rolle von Mikroorganismen.

Die bisherige Analyse aller mit *Lemna* ausgeführten Versuche wurde ohne Berücksichtigung möglicher und wahrscheinlicher Mikroorganismenwirkung durchgeführt. Ich habe zwar von Anfang an mir darüber Rechenschaft gegeben, dass ohne Reinkulturen, d. h. bakterienfreien Kulturen, alle Fragen, die hier der experimentellen Prüfung unterworfen worden sind, eigentlich nicht eindeutig zu lösen sind. Leider führten niemals meine vielfachen Bemühungen zwecks Reinkulturgewinnung zu den erstrebten und dauernden Erfolgen. Stets stellte es sich schliesslich heraus, manchmal erst nach Wochen, dass die Kulturen doch nicht rein waren. Hiltner hat vor langem schon von einer bakteriellen „Rhizosphäre" gesprochen; Frau Z. Jarczyńska hat in meinem Institut in den Jahren 1923—1925, in sehr arbeitsreichen aber nicht abgeschlossenen, und darum nicht publizierten Versuchen gezeigt, dass sich stets an den Wurzeln von Roggen und Weizen, unabhängig von der Bodenart, im Laufe der Vegetation eine ganz spezifische Bakterienflora ansiedelt, derart, dass sie mir, falls ich ohne ihr Wissen Agarplatten von Weizen-und Roggenwurzeln ausgegossen hatte — beim Vorweisen der Platten stets ohne Fehl hat sagen können, ob die betr. Platte von Roggen- oder von Weizenwurzeln stammte (sofern die Pflanzen nicht zu jung waren). Nemec berichtet von einem das Wurzelwachstum von *Cichorium* begünstigendem *Bacterium rhizogenes*, Boysen Jensen berichtet von Wachstumstoff-produzierenden Bakterien, Nielsen von Pilzen, E. Seubert findet das wachstumfördernde Prinzip im Speichel, welches auf Mundhöhlenbakterien durch Boysen Jensen zurückgeführt wird, und Bottomley selbst führt die Herkunft seiner Auximone im „bakterisierten" Torf auf Bakterien zurück, führt Versuche mit *Azotobacter* u. *Radicicola* (11: pp. 85, 88, 89, 91, 94; 10 p. 355) aus, lebend oder autoclaviert, und findet sie „auximon"-wirkend. Ich selbst habe (6, p. 233—239) Mikroorganismenextracte für die N_2-bindung von *Azotobacter* sehr wirksam gefunden und endlich geben Clark und Roller (14) an, dass ihre *Spirodela* — Reinkulturen nicht von Dünger-, Boden-, Luzerne- u. a. Extracten stimuliert waren, welche Extracte wohl nichtsterile Kulturen stimulierten. Falls sie die sterilen Kulturen von den nichtsterilen aus infizierten, so

erfolgte von neuem Stimulation durch die besagten Extracte. Manche von den aus *Spirodela* - Kulturen reingezüchteten Bakterien, in Reinkultur der sterilen *Spirodela* zugesetzt, bewirkten Stimulation derselben.

Das Auximonproblem wäre sonach von *Spirodela* auf die sie begleitenden *Bakterien* verschoben, schliesslich also eine Rückkehr zu den so heftig kritisierten Auffassungen Bottomley's.

Ich habe hier oft genug betont, dass ich meine Versuche nicht an Reinkulturen von *Lemna* durchgeführt habe. Mit Rücksicht auf die Erfolglosigkeit meiner vielfachen Bemühungen, Reinkulturen von *Lemna* zu gewinnen, habe ich wenigstens versucht, mir ein Bild von der Bakterienentwickelung in den *Lemna*-Kulturen resp. an den *Lemna*-Wurzeln zu machen, in Abhängigkeit vom Bodenextractzusatz. Unter verschiedenen Vegetationsbedingungen goss ich Platten mit *Lemna*-Agar aus den Kulturflüssigkeiten und von den *Lemna*-Wurzeln, gelegentlich auch von ganzen Pflanzen aus. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen, die *n. b.* gar nicht vieldeutig waren, möchte ich ganz kurz die summarischen Resultate angeben, u. zw.: Im Mittel erhielt ich per cm³ der rein mineralischen Standardlösungen, nach verschieden dauernder Kulturzeit von *Lemna*, so wie sie hier in den vorgeführten Versuchen angegeben war, 940 Kolonien, also „Keime". Von Standardnährlösungen mit Extractzusatz erhielt ich im Mittel 75600 Kolonien per cm³ Nährlösung, also eine etwa 80-fache Menge! Regelmässige Unterschiede in der Bakterienzahl in Abhängigkeit von der zugesetzten Extract-Menge liessen sich jedoch nicht feststellen. Die Olsen'sche Nährlösung gab stets höhere Keimzahlen als meine Standardlösung, die — je nach dem Versuch — das 3-bis 7-fache gegenüber meiner Lösung erreichte. Mit Extractaschen versetzte Lösungen ergaben die am meisten — von Fall zu Fall — wechselnden Keimzahlen.

Neben den Keimzahlbestimmungen der Kulturflüssigkeiten selbst führte ich noch Bestimmungen der an den Wurzeln von *Lemna* haftenden Bakterien. Diese Zählungen wurden so ausgeführt, dass ich mit einer sterilen Pincette die *Lemna*-wurzel abknipste und sie sofort in den sterilen flüssigen Agar einbrachte, sehr stark schüttelte und die Platte goss. Die Keimzahl an den Wurzeln war im geringeren Grade von dem Extractzusatz zur *Lemna*-Kulturlösung abhängig, da sie pro

1 mm² Wurzelfläche in den Extractkulturen im Mittel 11400 Keime, in den extractfreien Kulturen im Mittel 1970 betrug. Pilze waren nur gelegentlich vorhanden, u. zw. bildeten sie im Höchstfall 0,6% der Bakterienzahl.

Aus den obigen Bestimmungen geht deutlich hervor, dass das Bakterienwachstum sowohl in den Kulturlösungen selbst als auch an den *Lemna*-Wurzeln durch die Bodenextracte sehr stark stimuliert war. Ob die Extractwirkung auf *Lemna* nun eine directe oder indirekte — durch Bakterienwachstum beeinflusste — ist, bleibt noch zu untersuchen.

Den oben vorgebrachten Deutungen resp. Hypothesen würde die Feststellung, dass die Extractwirkung eine indirekte ist, keinen grundsätzlichen Abbruch tun; die gegebene Wirkungshypothese bliebe zu Recht bestehen, nur wäre an Stelle von „Extract", „Bakterien" zu setzen. Überdies wäre wohl die analytische Auffindung des resp. der wirksamen Faktoren sicherlich erleichtert und damit die ganze Auximonfrage eher ihrer endgültigen Aufklärung entgegengeführt werden.

Versuche mit *Spirodela polyrhiza* Schleid.

Im Anschluss an die Versuche mit *Lemna minor* L. habe ich auch ziemlich viele Versuche mit *Spirodela* (*L. maior* L.) ausgeführt. Ich mag schon hier bekennen, dass alle meine Versuche mit dieser Pflanze bis zum Sommer 1932 missglückt sind. Ich verfuhr mit ihr, irregeleitet durch Bottomley's Handlungsweise, genau so wie mit *L. minor*, und Misserfolge erklärte ich mir durch Periodizitätserscheinungen, von denen Bottomley gelegentlich sprach, um damit manche seiner Misserfolge zu erklären. Die letzten meiner Misserfolge, noch im Sommer 1931, wurden durch Olsen's Publikation verschuldet, aus der zu folgern war (p. 8 u. 9), das das pH-Optimum von *Spirodela* bei ca 7,5 liege. Es war also zunächst die pH-Frage aufzuklären, worüber die untenstehende Tabelle IX genügend Auskunft gibt.

Als Nährlösung wurde die doppelte Konzentration der für *L. minor* gebrauchten, mit 20 mg Na_2CO_3 *s. a.* u. 4,31 mg Ferrizitrat p. L. doppelt aus und durch Jena'er Glas dest. Wasser, mit Stimulatorenzusatz, gebraucht. Gefässe und alles übrige wie bei *Lemna*. Jedes Gefäss, in 3-facher Wiederholung, wurde mit je einer 3-sprossigen *Spirodela* „beimpft", die einem Glasaquarium entnommen, zwei Wochen lang in dest. e vitro Wasser „vorkultiviert" war. Das in der Tabelle IX angegebene pH wurde durch Zusatz von

NaOH resp. H_2SO_4 erzeugt. Die Sprossvermehrung wurde wöchentlich festgestellt—ich lasse hier aber diese Zahlen aus, da es bei *Spirodela* viel schwieriger (verglichen mit *Lemna*) ist, eine Entscheidung darüber zu treffen, ob ein sich herausschiebender Spross zu zählen ist oder nicht. Die in der Tab. IX angegebenen Zahlen beziehen sich darum nur auf völlig ausgebildete Sprosse. Die Sprossanzahl in der Tabelle IX gibt das Mittel aus 3 Gefässen, nach Abzug, wie hier in allen Tabellen, der Zahl der „eingeimpften", also nur die Zahl der neu zugewachsenen an. Der Versuch wurde am 5.VII.32 angesetzt und am 17.VIII abgebrochen, also nach 43-tägiger Versuchsdauer.

TABELLE IX.

Anfangs pH	Sp.-A.	Z - Q	% chlorotischer	End-pH	Sp.-A. in %
5,04	79	0,306	26,6	5,46	100
5,28	135	0,523	4,4	5,88	171
5,55	180	0,700	16,6	6,28	228
6,31	155	0,601	22,6	7,08	196
6,46	53	0,205	18,9	6,96	65,1
6,68	47	0,182	17,0	7,16	59,5
7,11	45	0,174	42,2	7,43	56,9
7,46	30	0,116	56,6	7,78	38,0
4,04	0	0	—	—	—
3,45	0	0	—	—	—

Aus den Resultaten des obigen Versuches ist vor allen Dingen zu entnehmen, dass sich *Spirodela* völlig anders gegenüber der angewandten Nährlösung verhält als *Lemna*. Während *Lemna* stets diese Nährlösung ansäuerte, hat *Spirodela* sie in allen hier probierten pH alkalisiert. Ferner folgt aus diesem Versuche mit genügender Klarheit, dass das pH-Optimum von *Spirodela* durchaus nicht 7,5 beträgt, aber etwa 5,55, und wohl zwischen 5,20 und 6,31 liegt. Der Versuch bestätigt ferner im vollen Maasze die Bemerkung Olsen's (p. 8), dass *Spirodela* bei einem pH von 3,5 in wenigen Tagen getötet wird und dass sie ein pH von 4,5 nicht verträgt. Im vorgebrachten Versuch ging sie in der Lösung mit pH 3,45 nach 2 Tagen ein: Wiederbeimpfung hatte zweimal denselben Effekt. In der Nährlösung mit 4,04 pH ging sie in 4 Tagen, desgleichen bei der zweiten Beimpfung, die dritte Beimpfung ergab erst nach 8 Tagen den Tod der *Spirodelae*. Für recht interessant halte

ich die Beobachtung, dass die in den Nährlösungen mit dem tötlichen niedrigen pH entwickelten Wurzeln, ebenso wie die eingebrachten, völlig gesund waren. Die gleiche Erscheinung liess sich, bei einer Wiederholung dieses Versuches in Olsen'scher Lösung feststellen. Das tötliche resp. schädliche pH bezieht sich sonach nicht auf die Wurzeln, aber nur auf den Spross. Diese interessante, wie ich glaube, Beobachtung verlangt aber eine nähere experimentelle Analyse; jetzt schon lässt sie an manche unerwartete Schlüsse über die pH-Wirkung auf Pflanzen denken.

Was die Registrierung hier der chlorotichen Pflanzen anbetrifft, so verhält sich *Spirodela* in dieser Beziehung anders als *Lemna*. Bei *Lemna* offenbart sich die Chlorose im Herbst und Winter anders als im Frühjahr und Sommer. Während im Herbst und Winter zuerst eine recht schwache Verblassung auftritt mit Reduktion der Grösse neuentstehender Sprosse, von normaler Grünfärbung, die erst langsam verblassen um schliesslich ganz weiss zu werden und abzusterben, erfolgt die Frühjahrs- und Sommerchlorose anders: die Muttersprosse bekommen weisse Ränder mit tiefgrüner Mitte, die Tochtersprosse werden tiefgrün und dick, aber mit stark reduzierter Fläche abgeschieden, worauf die Muttersprosse in einigen wenigen Tagen völlig verbleichen und der Vorgang an den reduzierten (in ihrer Grösse) Tochtersprossen sich wiederholt. Ein derartiges Verbleichen tritt bei *Spirodela* nicht auf; sie wird langsam gelbgrün, schliesslich gelblich mit starker Reduktion der Grösse der Tochtersprosse, die sehr bald die Färbung der Muttersprosse annehmen. Ist nicht Lichtmangel die Ursache der Chlorose, so werden bald sowohl die Mutter- wie die Tochtersprosse dunkel und schliesslich schwarz, damit natürlich tot. Die durch Lichtmangel hervorgerufene Herbstchlorose äussert sich im Gelbgrünwerden der Muttersprosse und sehr reichlicher Bildung von olivgrün gefärbten Winterknospen. Sobald diese ausgebildet sind, gehen die Muttersprosse unter Schwarzwerden zu Grunde, nicht unter völligem Verbleichen, wie es *Lemna* tut. In obiger Tabelle sind also diejenigen Sprosse als „chlorotisch" registriert worden, die gelbgrün (resp. schwarz, ausnahmsweise) waren. Derselbe Versuch, mit Olsen'scher Lösung wiederholt, gab fast die genau gleichen Resultate, so dass

ich die Ergebnisse des hier reproduzierten Versuches wohl als gesichert ansehen darf.

Mein Hauptinteresse bezog sich bei *Spirodela*, ebenso wie bei *Lemna*, auf die Auximonfrage. Darum setzte ich auch, nach Klärung der pH-, Nährlösungskonzentration- und Lichtbedürfnis - Anforderungen von *Spirodela* dementsprechende Versuche auf. Von mehreren einwandfreien Versuchen mag hier einer reproduziert werden.

Das angewandte Verfahren war das übliche, was Nährlösung, Versuchsgefässe, deren Sicherung u. s. w. angeht. Das pH wurde in allen Versuchsschalen auf 5,60 festgelegt, die 3-fachen Schalen wurden mit je einer 1-sprossigen *Spirodela* (ebenso, wie im vorher referiertem Versuch, „vorbehandelt", aber nur 9 Tage lang) „beimpft" und in bei den *Lemna*-Versuchen genügend geschilderten N-W-N-Fenstern aufgestellt. Der unten in Tab. X wiedergegebene Versuch wurde am 24.VII.33 begonnem und am 18 VIII. abgebrochen, dauerte somit 25 Tage.

Als Nährlösung diente die im vorigen Versuch angegebene doppeltkonzentrierte Standardlösung mit „Stimulatorenzusatz", aber ohne *Fe*. Die *Fe*-Zusätze und Extractgabe u. a. sind aus der Tabelle X zu entnehmen.

TABELLE X.

Nährlösung	Sp.-A	Z-Q	% chlorot.	Sp.-A %
ohne *Fe*	10	0,40	33,0	100
5,0 mg $FeSO_4 . 7$ aq	31	1,24	0	310
2,91 mg Fe_2Cl_6	64	2,56	12,5	640
4,39 mg Fe-citr.	76	3,04	9,2	760
3,68 mg Bd.-extr.	14	0,56	21,4	140
„ + 2,91 mg Fe_8Cl_6	85	3,40	11,7	850
5 cm³ Urea [1])	24	0,96	95,9	240
„ + 2,91 mg Fe_2Cl_6	26	1,04	53,7	260

Aus obiger Tabelle ist zu ersehen, dass, worauf es hier ankam, der Bodenextract weit schwächer gewirkt hatte als in allen *Lemna*-Versuchen; sein Wirkungseffekt betrug gegenüber *Fe_2Cl_6* 33%, gegenüber *Fe-citrat* nur 12%, ferner, dass er ohne Fe-Zusatz, gegenüber der *Fe*-freien Lösung nur um 40% besser wirkte und ganz stark gegenüber der Nährlösung mit *Fe*-Chlorid, *Sulfat* und *Zitrat* abfiel. Seine Wirkung hier

[1]) Die gleiche N_2 - menge enthaltend wie die übrigen Gruppen, hier die St-Nlsg demnach ohne NH_4NO_3 angesetzt.

beruhte fast ausschliesslich auf seinem *Fe*-Gehalt, das Resultat war also fast genau so, wie es Olsen bei seinen Versuchen mit *Spirodela* gefunden hatte. Denn die in der Tabelle dargestellte Mehrwirkung von 33% des Erdextractes mit Fe_2Cl_6-Zusatz gegenüber der Fe_2Cl_6-Lösung ohne Extract will nicht viel besagen, da die Zuwachs-Tendenz (aus beim vorigen Versuch angeführten Gründen) nicht im Laufe der Kulturdauer festgestellt worden war. Ein mit Olsen's Lösung mit dem gleichen Erdextract wiederholter Versuch gab fast die gleichen Resultate, mit dem Unterschied, dass der Mehrbetrag der mit Extract + Fe_2Cl_6 versetzten Lösung gegenüber der *Fe-citrat*-Lösung ohne Extract nur 7% betrug.

Ich habe diese Versuche mit anderen Extracten und in anderen äusseren Bedingungen nicht wiederholen können, so dass ich mich aller Komentare enthalten muss. Der Eindruck aber bleibt der — entgegen den Befunden von Bottomley, Saeger und Clark und Roller, dass sich *Spirodela* gegenüber Erdextracten anders verhält als *Lemna*. Sollte das etwa im Zusammenhang mit ihren vielen Wurzeln stehen? Diese Fragen müssen experimentell geprüft und entschieden werden. Hier nur möchte ich betonen, dass *Spirodela*, inbezug auf Lichtbedürfnis, sich völlig anders als *Lemna* verhält. Bei mittleren täglichen Lichtintensitäten von 1100—1250 Lux sistiert sie die normale Entwicklung und beginnt Wintersprosse zu bilden. In den hier vorgeführten Versuchen war allerdings die *Spirodela* nahe an ihrer Lichtminimumgrenze, da die Versuche, der grösseren Temperaturgleichheit halber, an den genannten N-W-N-Fenstern ausgeführt worden waren.

Versuche mit *Hormidium* spec.

Da *Hormidium* am häufigsten, wenn nicht ausschliesslich, meine Versuche mit *Lemna* verdarb, so versuchte ich mich näher mit den Bedürfnissen von *Hormidium* inbezug auf Nährlösung, pH und Licht bekannt zu machen. Ich trachtete vor allen Dingen es in Reinkultur zu erhalten. Die daraufhin gerichteten Bemühungen sind aber bisher fehlgeschlagen. Die *Hormidium*fäden sind reichlich mit Bakterien besetzt, die daran so sehr fest haften, dass sie sich durch den stärksten

Wasserstrom nicht fortführen lassen. In Agarkulturen, wo *Hormidium* sich, im genügenden Licht, ausgezeichnet entwickelt, vermehren sich die Bakterien noch reichlicher als in Lösungen. Verschiedene Desinfektionsmittel schädigten stets stärker das *Hormidium* als die Bakterien. Ich habe ausserdem den Eindruck davongetragen, dass auf *Hormidium* — neben zufälligen Bakterien — spezifische vegetieren; die Artenanzahl der auf *H.* vorkommenden Bakterien ist ziemlich gross, aber stets war auf ihm, gleichgültig, aus welchem Aquarium es stammte und zu welcher Jahreszeit es untersucht wurde, eine Art grosser, etwa 4× langer, an den Enden ziemlich scharf abgeschnittener, sehr wenig körniger Bakterien vorhanden.

Da die orientierenden Versuche schliesslich nicht mit Reinkulturen von *Hormidium* ausgeführt worden sind, so verwendete ich zu denselben nicht watteverschlossene Kolben, doch dieselben Schalen, die für die *Lemna*-Kulturen gebraucht wurden, und genau wie für *Lemna*, mit gelöchertem Cellophan verklebt. *H.* entwickelt sich in solchen Schalen weit besser als in verschlossenen Kolben.

Beimpft wurde stets mit einem kleinen Flöckchen einer *Hormidium* - Vorkultur. Die Impfmenge war also nicht völlig gleich, trotzdem aber, wenn die Belichtungsverhältnisse vorallem, aber auch die übrigen Vegetationsbedingungen günstig waren, glichen sich anfängliche Unterschiede in den Impfmengen recht bald aus, obwohl *H.* eine ziemlich lange Hemmungsphase hat, etwa 8 Tage in guten Lichtverhältnissen. Parallelschalen wiesen sogar, nach über 4-wöchentlicher Kulturdauer, erstaunlich geringe Schwankungen im Gewicht der gebildeten Trockensubstanz.

1. Licht: Eine gewisse Orientierung über das Lichtbedürfnis von *Hormidium* habe ich schon aus den durch *H.* verdorbenen *Lemna* - Versuchen gewonnen. *H.* verdarb mir nämlich niemals *Lemna*-Kulturen, die im zerstreuten Licht der N-W-N-Fenster aufgestellt waren, dagegen sehr häufig solche, die sich im direkten Licht im Gewächshaus oder in den Südfenstern (währen der Frühjahrs - und Sommerferien) des Hörsaales befanden. Gleichzeitig angesetzte Schalen mit *H.*, die zur Hälfte auf den N-W-N-fenstern und den Südfenstern aufgestellt wurden, ergaben nach 4-wöchentlicher Kulturdauer Trockensubstanzunterschiede, die 3500% zu Gunsten

der im direkten Sonnenlicht befindlicher Schalen erreichten: *Hormidium* ist sonach eine L i c h t p f l a n z e, im stärkeren Grade noch als *Spirodela*. Allerdings war auch die Temperatur an den Südfenstern bedeutend höher als an den N-W-N-fenstern, jedoch war nicht die Temperatur ausschlaggebend, da am gleichen Südfenster—also in gleicher Temperatur—befindliche Schalen, die mit Gasenetzen zwecks Lichtabstumpfung bedeckt waren, bedeutend geringere Ernten ergaben.

2. pH: Ich habe leider aus den durch *H.* verdorbenen *Lemna*-Versuchen geschlossen, dass *Hormidium* nur in einem pH-Bereich von 4 — 7 sich entwickelt, und habe dementsprechend eine Versuchsreihe mit der Standardnährlösung angesetzt und den Gruppen folgende [H·]-Konzentrationen erteilt: pH 4,14; 4,20: 4,34; 4,50; 4,76; 4,88; 4,98; 5,12; 5,42; 5,62; 5,92; 6,16; 6,42; 6,60 und 6,98. *Hormidium* entwickelte sich aber in a l l e n diesen (H·)-Konzentrationen, es wurde weder die untere noch die obere Entwickelungsgrenze erreicht; die Trockengewichtsbestimmungen haben aber ergeben, dass in genannter Lösung das Optimum der Entwickelung zwischen pH 4,20 und 5,62 lag; in diesen pH-Werten war die geerntete Trockenmasse fast gleich. Bei 4,14 (dem niedrigsten der pH-Reihe) war die Trockensubstanz schon um 20% geringer, desgleichen fiel sie über 5,62 langsam ab, betrug aber bei 6,98 (dem höchsten hier probierten Wert) immer noch fast 50% des beim Optimum erreichten Gewichts. Der pH-Bereich von *Hormidium* scheint sonach recht weit zu sein. Es bleibt noch zu sagen, dass *H.* überall das pH der Nährlösung erhöht hatte, also auch das der neutralen.

3. N ä h r l ö s u n g: Im ganzen wurde *H.* in 8 verschiedenen Nährlösungen kultiviert. Als günstigste erwies sich die auf S. 621 als VI bezeichnete, welche pro Schale 131,4 mg Trockengewicht ergab, und die O l s e n'sche Lösung; die schlechteste war meine „Standardlösung“, die in gleichen Bedingungen nur 26,8 mg aufbrachte. Die Ernte war aber von der Konzentration in starkem Maasze beherrscht — offenbar wegen dem Nichterschöpfen der betr. Lösung. In guten Licht- und Temperaturverhältnissen erhielt ich in 34 Tagen als Maximumernte 347,4 mg Trockenmasse von der 7-fach konzentrierten Lösung VI, 307,5 mg von der 5-fach konz. Lösung VI und 302,0 mg von der orig. O l s e n'schen. Die schwä-

cher konzentrierten Lösungen ergaben Ernten wie die VI von 131,4, die 1/5 Olsen'sche 93,4 mg und die 1/7 Olsen's 92,5 mg. Was die Trockenmassenproduktion anbetrifft, so ist in gleichen äusseren Bedingungen *Hormidium* der *Lemna* weit überlegen. Es ist überdies sehr wenig empfindlich in Bezug auf Konzentration der Nährlösung, da seine Hemmungsphase, soweit es sich aus blosser Beobachtung (und nicht Wägung) schliessen liess, in der VI Lösung genau so lang als war in der 7-fachen Konzentration dieser Lösung.

4. *Fe*-Bedarf: Ein Versuch, ausgeführt zwecks Feststellung des *Fe*-Bedarfes, in 4 Abstufungen von 1 bis 10 mg *Fe* pro Liter, gab keine Resultate; die Trockenmasse war unabhängig von der gebotenen Fe-menge. Auch inbezug auf die Art der Fe-quelle verhielt sich *H.* gleichgültig: das *Fe* wurde als *Sulfat*, *Chlorid*, *Chlorür*, *Zitrat*, *Azetat*, *Phosphat* und *Karbonat* verabreicht. Überall entwickelte sich *H.* gleich gut. Von Chloroseerscheinungen war nie etwas zu merken, auf *Fe*-freier Lösung hörte die Entwickelung nach einiger Zeit völlig auf, ohne das Erkrankungserscheinungen aufgetreten wären.

5. Bodenextractwirkung: Wegen der bei guten Lichtverhältnissen enormen Vitalität des *Hormidiums* war es von beträchtlichem Interesse, seine Reaction auf Bodenextracte kennen zu lernen. Ich habe darum den unter 3 erwähnten Versuch mit den 8 verschiedenen Nährlösungen zweireihig ausgeführt, nämlich so, dass 2 Schalen von jeder Nährlösung mit je 5,0 mg (trocken) eines aus Gartenerde in üblicher Weise präparierten Erdextractes erhielten. Nach 34-tägiger Kulturdauer erwies es sich, dass der Bodenextract in allen Nährlösungen die Trockenmasse gesteigert hat, allerdings in recht verschiedenem Grade. Den höchsten Effekt gab der Bodenextract mit der Standardlösung (die allein, ohne Extract, am schlechtesten gewirkt hatte), u. zwar betrug hier die Trockensubstanzsteigerung 516%. Der geringste Effekt wurde auf der orig. Olsen'schen Lösung erzielt, u. zw. 6%. Die 1/5 und 1/7 Olsen'schen Lösungen ergeben 166% resp. 199% Steigerung. Im Mittel aller 8 Nährlösungen, von denen die Lösung VI und die Olsen'sche in 3 verschiedenen Konzentrationen zur Anwendung kamen, ergab der Bodenextract, 2,5 mg pro Schale, eine Steigerung von 161%. Also wirkte der Bodenextract günstig auch auf einen derart vitalen und wenig wählerischen Organismus, wie es das hier studierte *Hormidium* ist. Zu einer

näheren Analyse der Extractwirkungen auf *Hormidium* reichen diese Ergebnisse allerdings nicht aus; insbesondere ist das Ergebnis in den 3 verschiedenen Konzentrationen der Olsen'schen Lösung überaus auffallend, umsomehr, als die Erntesteigerung durch Bodenextract in den 3 verschiedenen Konzentrationen der Lösung VI, die, ohne Extract, sich als die bei weitem für *Hormidium* günstigste von allen erwies, fast gleich war in allen 3 Konzentrationen, u. zw. betrug sie 28, 32 und 24%.

Wir sehen somit, dass, was die summarischen Bodenextractwirkungen anbetrifft, sich *Hormidium* nicht wesentlich von *Lemna minor* unterscheidet.

Diskussion.

Eine ausführlichere Diskussion der hier dargestellten Versuchsergebnisse ist überflüssig, da dieselbe schon bei der Besprechung jedes Einzelversuches stattgefunden hat; dort wurden stets auch Erwägungen mit Bezug auf die vorausgegangenen Ergebnisse durchgeführt, was wohl zweckmässiger war, da man näher am Zahlenmaterial sich befand. Ganz allgemein möchte ich nur daran erinnern, dass ja die Bodenextractwirkung, die hier studiert worden war, sich doch allein auf die seit altersher bekannte und bei der landwirtschaftlichen und besonders gärtnerischen Pflanzenproduktion so geschätzte Humuswirkung (auch Komposte, Stalldünger u. s. w.) bezieht. In King's „Forty Centuries of Agriculture in China" kann man fast aus jeder Blattseite entnehmen, was neben der fleissigen mechanischen Bodenbearbeitung die Zufuhr organischen Düngers in China landwirtschaftlich geleistet hat.

Thaer's Humustheorie war ja, aus reifen Beobachtungen und Erwägungen geboren, nicht nur und allein, wie es Liebig wollte, ein Ausdruck des völligen Unverstehens von Grundtatsachen der pflanzlichen Ernährung. Russel's Zusammenfassung der reichen Rothamsted'schen Erfahrungen, wie Schneidewind's Versuche, Maximalerträge auf verschiedenen Bodenarten mit mineralischer Volldüngung allein zu erhalten, haben doch gezeigt, welch ein wichtiger Faktor in der vom Menschen geregelten Pflanzenproduktion die im Stalldünger u. a. m. vorhandenen Humussubstanzen sind; das

gleiche lässt sich aus vielen landwirtschaftlichen Versuchen Wagner's, Schulze's und Kosiński's folgern. Neuerdings studieren die Humuswirkung in Laboratoriumsversuchen an jungen Pflänzchen Niklewski (an *Sinapis alba*, *Beta vulgaris, Brassica rapifera* und *Pinus silvestris*) und A. Hilitzer (an *Secale cereale, Triticum sativum, Tradescantia fluminensis, Acer platanoides* und *Pinus silvestris*), mit positivem Erfolg. Es würde zu weit führen, nähere oder weitere Analogien in der Unzahl landwirtschaftlicher, gärtnerischer und forstlicher Angaben über die Humuswirkung suchen zu wollen.

Die günstige Wirkung des Stalldüngers oder von Komposten kommt sicherlich zu Stande nicht auf Grund der „Besserung" des Bodens durch irgend einen Faktor, aber durch das mehr oder weniger harmonische Zusammenwirken einer ganzen Faktorenreihe. Nicht alle davon lassen sich in Wasserkulturen, wie sie hier zur Anwendung kamen, studieren. Bei diesen fallen von vornherein solche Humuswirkungen ab, die sich auf die mechanische Verbesserung des Bodens, auf die Erhöhung seiner wasserhaltenden Kraft, seine Erwärmungsfähigkeit, Durchlüftung u. a. m. beziehen. Es bleiben fast nur chemische Einwirkungen zu studieren. Von diesen liessen sich einige fassen, u. zw.: Humusextracte wirken, in einer nicht näher aufgeklärten Art, durch ihren kolloidalen Zustand; sie wirken ferner durch ihren Gehalt an Mineralstoffen, worunter assimilierbares Eisen vielleicht der wichtigste ist. Durch Adsorptionsvorgänge bewirken sie eine Entgiftung oder physiologische Balancierung der Minerallösungen, und endlich führen sie unbekannte organische Stoffe, die das Wachstum und die vegetative Vermehrungsgeschwindigkeit steigern, und die Bottomley „Auximone" nannte, und welche ich hier „Auxanine" resp. „Poioschizine" zu nennen vorschlage, da sie beides, sowohl Grössenwachstum, wie Sprossungsgeschwindigkeit steigern. Nun führt Ashby (3, p. 814) die Steigerung der Sprossungsgeschwindigkeit durch Dungextract allein und einzig auf die vermehrte Leistungsfähigkeit des Assimilationsapparates (Vergrösserung der Assimilationszellen und der Chloroplastenzahl), zurück. Dieser Meinung, die ja auf den ersten Blick recht logisch zu sein scheint, war ich selbst, so lange, als ich nicht gleichzeitig mehrere Extracte verglichen habe (Versuch III, p. 616). Erst von diesen Zeitpunkt an wurde ich vorsichtiger und ge-

langte schliesslich zu den Auffassungen, denen ich oben Ausdruck gegeben habe. Schliesslich begründen Ashby's im Experiment erzielte Zahlen durchaus nicht die von ihm gezogene Folgerung, denn, z. B. (p. 809), 0,2 mg Extract bewirkt eine nur 5% betragende Steigerung der Sprossfläche neben einer 33% Vermehrung der Sprosszahl; 2,0 mg bedingen einen Flächenmehrertrag von 26%, dagegen 53% inbezug auf die Sprossanzahl, und 20 mg ergeben eine 33% Steigerung der Fläche und 64% Steigerung der Sprosszahl. Abgesehen aber davon, dass Ashby Flächen ausrechnet und ich das Gewicht bestimme, und davon, dass Ashby als neue Sprosse solche auszählt, die 0,9 mm Durchmesser erreicht haben während ich solche, die 0,5 mm Grösse besitzen, zähle, müsste diese Folgerung Ashby's doch durch direkt auf die Assimilationsleistung und korrelative Sprossbildung gerichtete Experimente bewiesen sein. Eine Steigerung der Assimilationsleistung würde ja denselben Gesamt-Effekt ergeben, ob sie durch die Flächenvergrösserung der Einzelsprosse oder der Gesamtfläche der Kolonie zu Stande käme, da sie sowohl durch zahlreiche kleine wie wenige grosse Individuen erreicht werden könnte. Eine Orientierung würde uns hier erleichtert sein, sofern wir die Lage des „Kompensationspunktes“ bei *Lemna* kennen würden; dieser liegt wohl bei *Lemna* recht tief, wie man aus dem noch ganz passablen Wachstum von *Lemna* bei recht geringen Lichtintensitäten und relativ hoher Temperatur folgern könnte. In dieser Beziehung würde *Spirodela* ein viel günstigeres Objekt abgeben, da bei ihr, ohne Zweifel, der „Kompensationspunkt“ recht hoch liegt und ausserdem die Grösse der Einzelsprosse eines Individuums viel variabler ist wie bei *Lemna*. Es liegt sonach ein recht weites Arbeitsfeld vor demjenigen, der Bottomley's Befunde erklären und analysieren will, und es ist Bottomley's grosses Verdienst, dass er ein derartig empfindliches und darum besonders günstiges Objekt, wie es *Lemna* ist, in den Kreis physiologischer Untersuchungen gezogen hat.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Zwecks Klärung des von Bottomley aufgestellten „Auximon"-problems wurden Studien an *Lemna minor* L., *Spi-*

rodela polyrhiza Schleid. und *Hormidium* (höchstwahrscheinlich) *nitens* Klebs ausgeführt.

2. Die „Auximon"-Wirkung wurde an mit Bodenextracten versetzten Kulturen untersucht.

3. Alle geprüften Bodenextracte waren wirksam, aber der Grad ihrer Wirksamkeit war abhängig von der Herkunft resp. Art des Bodens; je fruchtbarer —nach landwirtschaftlicher Schätzung—ein Boden war, desto wirksamer war der aus ihm bereitete wässerige Extract.

4. Die Gesamtwirkung eines Bedenextractes liess sich zurückführen auf seinen:

a) kolloidalen Charakter, der eine Entgiftung resp. Balancierung mineralischer Nährlösungen bewirkte,
b) Mineralgehalt, der ev. geringe Mengen von anorganischen „Stimulatoren" enthielt,
c) Gehalt an leichtassimilierbarem Eisen,
d) Gehalt an organischen Stoffen, unbekannter Natur und Herkunft.

5. Der gleiche Bodenextract wirkte in verschiedenen Konzentrationen der gleichen mineralischen Nährlösung verschieden, desgleichen in verschiedenen Nährlösungen.

6. Daraus, wie auch besonders aus der Wirkungsweise gleicher Mengen verschiedener Extracte in der gleichen Nährlösung wurde der Schluss gezogen, dass die organischen Bestandteile von Bodenextracten zwei Faktoren enthalten, u. zw. einen, der das Grössenwachstum günstig beeinflusst und provisorisch „Auxanin" genannt, und einen anderen, der die Sprossungsgeschwindigkeit steigert und darum die Populationsvermehrung beschleunigt, und der provisorisch „Poioschizin" benannt wurde.

7. Im Anschluss daran wird eine allgemeine Klassifizierungsterminologie der Wachstums- und Zellteilungs- resp. Vermehrungsvorgänge vorgeschlagen.

8. Es wurde festgestellt, dass die Auximonwirkung von Bodenextracten bei *Lemna* nicht den Charakter von „Bios" oder „Allelokatalyse" besitzt.

9. Die Ashby'sche Auffassung von der „katalytischen" Wirkung der organischen Extractstoffe konnte nicht bestätigt werden.

10. Auch Olsen's Anschauung, dass sich die Extractwirkung auf Eisenwirkung allein zurückführen lasse, konnte nicht bestätigt werden.

11. Das Verhalten von *Lemna* einerseits und *Spirodela* resp. *Hormidium* anderseits dem Licht gegenüber weist grosse Unterschiede auf. *Lemna* ist lichttolerant und verträgt sowohl hohe als auch recht niedrige Lichtintensitäten, während *Spirodela* in Lichtintensitäten von im Mittel etwa 1000—1250 Lux [1]) ihr Wachstum sistiert und — ohne Rücksicht auf die Jahreszeit — Winterknospen bildet. Auch *Hormidium* verlangt zur normalen Entwickelung hohe Lichtintensitäten.

12. Bodenextracte erhöhen in *Lemna*-Kulturen ganz äussergewöhnlich die Mikroorganismenzahl, in stärkerem Grade in der Nährlösung als an den *Lemna*-Wurzeln selbst.

Literaturverzeichnis.

1. Ashby, E., Bolas, B. D. and Henderson F. Y. Annals of Botany 1928. **42**. 771.
2. — ibid. 1929. **43**. 333.
3. — „ „ „ 805.
4. Bassalik, K. Compte-rendu du III. Congr. Bot. Slaves. Varsovie 1931.
5. — et Neugebauer, J. C. r. d. l. Soc. Sc. Lettr. d. Varsovie. 1930. **23**. Cl. IV. 108.
6. — i — Acta Soc. Bot. Pol. 1931. **8**. 213.
7. — u. — ibid. 1933. **10**. 481.
8. Bottomley, W. B. Annals of Botany. 1914. **27**. 531.
9. — ibid, 1920. **34**. 345.
10. — „ „ „ 353.
11. — Proc. Royal Soc. Ser. B. 1920. **91**. 83.
12. Boysen Jensen, P. Bioch. Ztschr. 1931. **236**. 205.
13. — ibid. 1932. **250**. 270.
14. Clark, N. A. and Roller, E. M. Soil Sce. 1924. **17**. 193.
15. — Plant Physiol. 1926. **1**. 273.
16. — Soil Sce. 1931. **31**. 299.
17. Hilitzer, A. Beih. Bot. Ctrbl. 1932. **49**. 467.
18. Hopkins, E. F. and Wann, F. B. Bot. Gaz. 1927. **84**. 407.
19. Kosiński, I. Rocz. Nauk Roln. 1907. **3**. 225.
20. Lemmermann und Wiessmann. Zschr. f. Pflernährg u. Düng. A. 1925. **13**. 28.
21. Mockeridge, F. A. Bioch. Journ. 1920. **14**. 432.
22. — Annals of Bot. 1924. **38**. 723.

---

[1]) Bei der Drucklegung wurde auf S. 591 ein Druckfehler übersehen; Zeile 2 muss es nicht „150—200 Lux" heissen, aber „1000—1250 Lux".

23. N e m e c, B. C. r. du III. Congr. Bot. Slaves, Varsovie. 1931.
24. N i k l e w s k i, B. Wkp. Zw. Kół Dośw. w Poznaniu. 1931. Nr. 16. Warszawa.
25. — Jahrb. wiss. Bot. 1933. **78**.
26. N i e l s e n, N. Jahrb. wiss. Bot. 1930. **73**. 125.
27. — Bioch. Ztschr. 1932. **249**. 196.
28. O l s e n, C. Compt. rend. d. Lab. Carlsberg. 1930. **18**. Nr. 1.
29. R o b e r t s o n, T. Br. Bioch. Journ. 1915. **15**. 595, et ibid. 612.
30. S a e g e r, A. Journ. Gen. Physiol. 1925. **7**. 517.
31. U s p e n s k i j, E. E und U s p e n s k a j a W. J. Ztschr. Bot. 1925. **17**. 273.
32. T h e t S u, M. and A s h b y, E. Annals of Bot. 1929. **43**. 329.
33. W i l d i e r s, E. La Cellule. 1901. **18**. 313.

ROMAN GUTWIŃSKI.

(* 4.XI 1860 † 27.X 1932).

Jego życie i zasługi naukowe.

Dnia 27 października 1932 r. zmarł w Krakowie Roman Gutwiński, doskonały znawca glonów, jeden z najzasłużeńszych pracowników na polu algologji fizjograficznej w Polsce, znany również ze swych prac naukowych i poza granicami kraju. Zasługi te tembardziej należy podkreślić, że nie było mu dane oddać się ulubionym badaniom naukowym w warunkach sprzyjających — w pracowni uniwersyteckiej, lecz musiał on, zarabiając na chleb powszedni jako pedagog, przejść ciężką drogę nauczyciela szkół średnich w dawnej Galicji od bezpłatnego aplikanta poprzez zastępcę nauczyciela aż do kierownika gimnazjum. Oddany pracy pedagogicznej, którą spełniał bardzo sumiennie, jak świadczą dokumenty z zaszczytnemi podziękowaniami od dyrekcji szkół, w których pracował, wszystek czas



Roman Gutwiński

wolny od zajęć zawodowych poświęcał ulubionym przez siebie badaniom naukowym.

Urodzony dnia 4 lipca 1860 r. w Pagorzynie (pow. Gorlicki), wykształcenie gimnazjalne otrzymuje w Jaśle (1871 — 1878), następnie zaś studjuje na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie (od r. 1878 do 1882).

Botanika na wszechnicy krakowskiej przechodziła w owe czasy szczęśliwy okres odrodzenia w duchu bardziej nowoczesnym. Po profesorze I. R. Czerwiakowskim, który był dobrym pedagogiem lecz starej daty, kiedy to systematyka w duchu Linneusza wysuwała się na pierwszy plan, który nie pracował twórczo, w r. 1878 przybywa na katedrę do Krakowa młody i utalentowany profesor Józef Rostafiński, mający za sobą kilka pięknych prac z zakresu morfologji glonów i śluzowców, uzbrojony w rynsztunek metod nowoczesnej botaniki, jakie zdobył w sławnych pracowniach De Bary'ego w Halli i w Strassburgu. Nie zastawszy w Krakowie pracowni nowoczesnej, której i przez długie lata nie udało mu się stworzyć, urządza w mieszkaniu własnem ćwiczenia z algologji dla wybranych uczniów.

Pierwszymi, którzy zaczęli z tych ćwiczeń korzystać byli: R Gutwiński, M. Raciborski, późniejsza chluba naszej botaniki, J. Krupa, kolega Gutwińskiego w późniejszej pracy pedagogicznej, przedwcześnie zmarły zasłużony badacz mchów, a z nimi A. Rogalski i F. Tondera.

Światłe kierownictwo młodego profesora, częste obcowanie i przyjaźń z tak uzdolnionym kolegą, jakim był Marjan Raciborski, budzi w Gutwińskim głębokie zainteresowanie do badań naukowych i gorącą chęć służenia nauce, to też po ukończeniu studjów, w ciągu następnych trzech lat (od r. 1882 — 1885) pełni on z należytą umiejętnością i pilnością (jak głosi świadectwo) obowiązki asystenta przy katedrze botaniki, zajmowanej przez prof. J. Rostafińskiego.

Rozwijająca się coraz lepiej w owe czasy Komisja Fizjograficzna Akademji Umiejętności, rzucając hasło jaknajszerszego poznania przyrody naszego kraju, wciąga w r. 1884 młodego asystenta do pracy na tem polu, wybierając go na członka sekcji botanicznej; pod egidą Komisji powstała większa część późniejszych prac R. Gutwińskiego.

Asystentura w owe czasy nie zawsze zabezpieczała nawet znośne minimum egzystencji; to też R. Gutwiński, mając

specjalne uzdolnienie i zamiłowanie pedagogiczne, rzuca asystenturę, by zapewnić sobie znośny byt, zostawszy nauczycielem nauk przyrodniczych w szkołach średnich. Po odbyciu bezpłatnej aplikantury w III-m gimnazjum w Krakowie (gdzie dyrektorem był K. Brzeziński, wykłady zaś przyrody prowadził prof. dr. St. Zaręczny), Gutwiński zostaje mianowany jesienią r. 1885 zastępcą nauczyciela w gimnazjum Franciszka Józefa we Lwowie. Po pięciu latach pobytu w tem mieście zostaje nauczycielem gimnazjum w Tarnopolu (1890—1892), skąd przenosi się do Podgórza pod Krakowem (1892—1900), następnie zostaje nauczycielem w samym Krakowie najprzód u św. Anny (1900 — 1901) i wreszcie w gimnazjum IV-em (obecnie im. H. Sienkiewicza) (od 1901 do 1924), kiedy zostaje przeniesiony w stan spoczynku. Jednocześnie od r. 1906 do 1928 jest kierownikiem gimnazjum żeńskiego im. królowej Jadwigi. Wobec wzmagającej się choroby serca ostatnie 4 lata Gutwiński spędza w zaciszu domowem.

Zaszczepione w latach studjów uniwersyteckich i asystentury zamiłowanie do badań naukowych nie opuszcza go podczas pracy na niwie pedagogicznej. Zachęcony przez prof. J. Rostafińskiego stara się zapoznać z systematyką glonów i jeszcze na ławie akademickiej w r. 1881 zbiera okazy w okolicach Zbaraża, w następnym zaś roku 1882 przywozi kilkadziesiąt okazów z okolic Cetuli (w Jarosławskiem) i z Jasła oraz Dębowca (w Jasielskiem); pozatem bada okolice Krakowa. W ten sposób po opracowaniu zebranego materjału powstaje w r. 1884 jego pierwsza praca naukowa p. t. „Materjały do flory wodorostów Galicji", zawierająca spis 147 gatunków. Z początku Gutwiński jakby się waha w obiorze kierunku pracy naukowej.

Obok zainteresowania glonami pod okiem prof. Rostafińskiego pracuje w Krakowie nad tematem anatomicznym w duchu szkoły De Bary'ego i przeniósłszy się do Lwowa, wykańcza rozpoczętą w pracowni Krakowskiej rozprawkę p. t. „Budowa i rozwój przewodów soku mlecznego w rodzaju wymiona Czerw. *(Mamillaria* Haw.)". Temat ten został tu doskonale opracowany. Autor dowiódł, że przewody te powstają w późnem stadjum rozwoju rośliny w tkance już wyróżnionej, że należą do kategorji przewodów powstających przez rozpuszczenie ścianek komórkowych.

Żałować należy, że ten cenny przyczynek do anatomji

roślin, aczkolwiek opatrzony łacińskim skrótem i tablicą z pięknie wykonanemi rysunkami, pozostał w nauce nieznany, gdyż był wydrukowany w tak mało znanem i dostępnem dla ogółu botaników wydawnictwie, jak „Sprawozdania Lwowskiego c. k. gimnazjum im Franciszka Józefa". To samo można powiedzieć i o drugiej rozprawce wydanej w Sprawozdaniach gimnazjum w Tarnopolu p. t. „*Cheiranthus Cheiri L.* Przyczynek do morfologji kwiatów". Praca ta zawiera bardzo sumienne spostrzeżenia nad powstawaniem pełnych kwiatów laku. Wbrew rozpowszechnionemu w owe czasy w podręcznikach szablonowemu twierdzeniu, że kwiaty pełne powstają z przemiany pręcików w płatki, autor stwierdza dwojaki sposób ich powstawania: 1) albo niezależnie od przemiany pręcików w płatki przez zdwajanie się płatków, połączone z rozrastaniem się dna kwiatowego (osadnika) wszerz, albo 2) przez zdwajanie się płatków i pręcików przy zupełnej przemianie ostatnich i owocolistów w płatki korony, przyczem wzrost osadnika na długość trwa bardzo długo, na nim tworzą się coraz to nowe nadliczbowe płatki korony.

Ta praca i kilka innych, dotyczących już glonów a ogłoszonych w Tarnopolu, wskazuje, że autor rzucony nawet na głęboką prowincję nie zaprzestał pracy naukowej i umiał sobie dawać rady, wypożyczając niezbędne książki ze Lwowa lub z bibljoteki uniwersyteckiej w Wiedniu.

Poza temi pracami z anatomji i morfologji roślin Gutwiński wyspecjalizował się przedewszystkiem w badaniu systematyki i rozmieszczania glonów słodkowodnych.

Poza niewielką pracą H. Łobarzewskiego (1840) i paroma pracami Rostafińskiego teren ten leżał w Polsce odłogiem. W długim szeregu prac przez lat 30 Gutwiński gromadzi olbrzymie materjały z różnych zakątków kraju, wzbogacając znacznie naszą wiedzę o rozmieszczeniu glonów, dochodzi do dużego znawstwa i wprawy w oznaczaniu zwłaszcza okrzemek i desmidyj i opisuje dużo nowych gatunków; do dobrego spełnienia zadań dopomagała mu niezwykła systematyczność, sumienność i talent rysunkowy. W pracy tej rozpoczętej planowo wraz z kolegą M. Raciborskim, który prowadził badania w okolicach Krakowa, Gutwiński nawiązuje kontakt i ze specjalistami z zagranicy; dużo np. zawdzięcza znanemu szwedzkiemu badaczowi O. Nordstedtowi z Lundu, który udzielał mu wskazówek

z literatury, przesyłał dla porównania kopje rycin z wydawnictw rzadkich, wypożyczał broszury ze swej bibljoteki, a czasem pomagał w oznaczaniu trudniejszych form.

Głównym terenem badań Gutwińskiego siłą rzeczy była Polska pod zaborem austrjackim, najpierw jej wschodnia. później zachodnia część, lecz dostarczano mu materjałów i z innych części kraju: Tondera z maj. Konary w Kieleckiem, prof. A. Zalewski z jeziora Sędzińskiego w Gostyńskiem, prof. B. Dybowski ze Świtezi, B. Eichler zaś opisuje wspólnie z nim szereg nowych gatunków desmidyj z okolic Międzyrzeca, na Podlasiu. Ogłosiwszy kilkanaście prac do flory glonów Galicji, Gutwiński postanowił uporządkować systematycznie materjał swój, zrobić krytyczny przegląd gatunków i włączywszy jeszcze kilka prac swego kolegi Raciborskiego przeważnie z okolic Krakowa, daje krytycznie opracowany z podaniem wszystkich stanowisk „Prodromus florae algarum galiciensis" (1895), zawierający 1057 gatunków.

O ile w pierwszym okresie swej pracy naukowej Gutwiński badał pod względem algologicznym wschodnie połacie Polski pod zaborem austrjackim: okolice Lwowa, Tarnopola, Trembowli, Zbaraża i Zbrucza, o tyle po wydaniu „Prodromusa" zwraca uwagę na tereny górskie, zająwszy się systematycznie podgórską florą glonów okolic Wadowic, Suchej, Makowa, przechodzi na Babią Górę a wreszcie daje wielkie compendium flory algologicznej Tatr w dziele p. t. „Flora algarum montium Tatrensium" (1909), gdzie mamy zestawienie 625 gatunków. Ostatnią wreszcie pracą jest flora glonów Morskiego Oka (1914).

Poza tą ogromną pracą rozszerzającą znacznie nasze wiadomości dotyczące flory algologicznej Polski, Gutwiński ogłasza cały szereg przyczynków dotyczących i ziem obcych. Bawiąc w r. 1898 w Karlowych Warach (Karlsbad), bierze parę próbek i ogłasza spis 81 gatunków, wśród których są dwa zupełnie nowe. Przyczynia się również do poznania flory algologicznej Jugosławji na terenie Bośni, opracowując próbki zebrane przez dra Justyna Karlińskiego i prof. Ericha Brandis'a. Sumienną pracą i znawstwem zdobył sobie wielkie zaufanie tak, że wielu badaczy powierzało mu oznaczenie swoich zbiorów.

Prof. B. Dybowski daje mu próbki z Bajkału i Kam-

czatki, niemiecki algolog W. Schmidle przesyła mu zbiory dra Holderera, który przeciął Azję środkową od morza Kaspijskiego do Szang-hai'u poprzez pustynię Gobi, Tybet i Chiny, później zaś kollekcję okrzemek zebranych przez panią Bohner w Kamerunie (w Afryce). Ostatnią kolekcję zawierającą 54 gatunki Gutwiński opisał wspólnie ze swoim uczniem Zdzisławem Chmielewskim. Prof. M. Raciborski powierza mu parokrotnie opracowanie zbiorów z Jawy; między innemi ciekawe są glony (11 gatunków), zebrane na wyspie Krakatau w 15 lat po wybuchu.

Prace swoje R. Gutwiński poza pierwszemi, które umieścił w sprawozdaniach gimnazjów we Lwowie i Tarnopolu oraz w 2-ch pierwszych tomach Rocznika Kółka Naukowego Tarnopolskiego, drukował przeważnie w wydawnictwach Akademji Umiejętności w Krakowie: w Rozprawach, Bulletini'e i Sprawozdaniach Komisji Fizjograficznej, pozatem w Kosmosie, La Nuova Notarisia, Botanisches Centralblatt, Annales de biologie lacustre i Glasnik Zemalskog Muzeja u Bosni i Hercegovini (Sarajewo). Pisał również oceny i sprawozdania w Botanisches Centralblatt, w Kosmosie, Muzeum i Przeglądzie Powszechnym (1897 — 8).

Godzi się wspomnieć, że ma on w swoim dorobku i parę drobnych notatek z dziedziny zoologji. Tak np. opisując t. zw. Staw Tarnopolski daje on również i listę zwierząt, opisał również bardzo szczegółowo (po - polsku i po - niemiecku) sposób budowania gniazda przez specjalny gatunek osy piaskowej *(Psamma sabulosa)*.

Dorobek naukowy R. Gutwińskiego jest duży i cenny. Podziwiać można, że tyle pracy wykonał człowiek, który jednocześnie spełniał sumiennie ciężką, wyczerpującą pracę pedagoga w szkołach średnich. Po wojnie R. Gutwiński już nic nie drukował: oczy zmęczone długoletniem ślęczeniem nad mikroskopem odmawiały posłuszeństwa, odpowiedzialna praca w 2-ch zakładach wyczerpywała bardzo, w końcu przyszła choroba serca tak, że trzeba było zrezygnować z pracy naukowej.

W pracach swoich Gutwiński był przedewszystkiem algologiem-systematykiem dążącym do jaknajszerszego opracowania flory algologicznej Polski; opisał przytem mnóstwo nowych gatunków, odmian i form (496), a mian.: *Cyanophyceae* — 5 form, *Zygnemaceae* — 1, *Desmidiaceae* — 411, *Bacillariaceae* —

63, *Volvocales* — 2, *Protococcales* — 6, *Ulotrichales* — 5, *Siphonocladales* — 1, *Siphonales* — 2. Załączone do jego prac bardzo dobre rysunki pozwalają sądzić o skali zmienności form i dają bardzo dobry materjał porównawczy.

Nie wszystkie te gatunki zostały uznane przez monografów; część nazw przeszła do synonimów. Chcąc jednak ułatwić algologom krytyczną orjentację dotyczącą nowych form, przytaczam tu pełny ich spis, jaki wykonała pod moim kierunkiem mag. Hanna Wysocka.

Wiadomości bliższe dotyczące życiorysu ś. p. R. Gutwińskiego zawdzięczam uprzejmości jego córki panny Heleny Gutwińskiej, za co składam serdeczne podziękowanie.

B. HRYNIEWIECKI

ROMAN GUTWIŃSKI.

(souvenir posthume).

Résumé.

Roman Gutwiński (lire — Goutevigne-ski) a été un des plus éminents algologues polonais. Né le 4 juin 1860 à Pagorzyna (district de Gorlice), il fit ses études secondaires au collége de Jasło (1871 — 1878) et ses études supérieurs à l'université de Cracovie (1878 — 1882), après quoi il devint assistant du professeur J. Rostafiński (1882—1885). Sous la direction de celui-ci ainsi que grâce à l'influence de son cellégue et ami M. Raciborski, il s'adonna à l'étude de l'algologie et lui consacra pendant 30 ans tous ses moments de loisir que lui laissaient ses occupations professionelles. Ayant abandonné son poste d'assistant en 1885, il fut professeur de sciences naturelles dans les écoles secondaires de Léopol (1885 — 1890), de Tarnopol (1890 — 1892), de Pogórze près Cracovie (1892—1900) et enfin de Cracovie (1900 –1924). Pendant son séjour à Cracovie il fut en même temps directeur d'un lycée privé de jeunes filles. Une maladie de coeur l'obligea pendant les quatre dernières années de sa vie à se confiner dans le calme de la vie de famille à Cracovie où il mourut le 27 octobre 1932.

Au début de sa carrière scientifique Gutwiński publia un travail relatif à l'anatomie des plantes intitulé: „La struc-

ture et le développement des tubes lactifères chez les *Mamillaria*", où il prouva ques ces tubes se forment dans un tissu déjà différencié et cela par la solution des parois cellulaires (par voie lysigénique). Ensuite il étudia la morphologie de la formation des fleurs doubles chez le *Cheiranthus Cheiri* et put trouver dans le probléme quelques nouveaux détails intéressants. A part cela tous ses travaux appartiennent au domaine de l'algologie systématique; il étudia principalement les algues de l'ancienne Pologne autrichienne (dite Galicie), d'abord dans la partie orientale, plus tard dans sa partie occidentale entre Cracovie et les Tatras et dans les lacs des Tatra; il publia deux travaux importants: le „Prodromus florae algarum galiciensis" (1895) et la „Flora algarum montium Tatrensium" (1909) et étudia en outre certains collections provenant des autres parties de la Pologne, par ex. du lac de Sędziny (district de Gostynin), du lac Świteź et des environs de Międzyrzec (avec B. Eichler). Ses travaux dépassent aussi les frontières de la Pologne: c'est ainsi qu'il publia une liste des algues de Karlove Vary (Carlsbad) en Tchécoslovaquie, quelques listes des algues de Bosnie (Iougoslavie); le prof. B. Dybowski lui confia sa collection d'algues amassée dans le lac Baïkal et au Kamtchatka; le dr. Schmidle — une collection apportée par le dr. Holderer de son voyage à travers l'Asie Centrale; le prof. M. Raciborski lui donna à étudier ses collections apportés de l'île de Java et de l'île Krakatoa, enfin avec son élève Z. Chmielewski il étudia une collection d'algues du Kameroun. R. Gutwiński a decrit beaucoup de nouvelles espèces, de variétés et de formes d'algues et notamment: *Cyanophyceae* — 5, *Zygnemaceae* — 1, *Desmidiaceae* — 411, *Bacillariaceae* — 63, *Volvocales* — 2, *Protococcales* — 6, *Ulotrichales* — 5, *Siphonocladales* — 1, *Siphonales*—2, au total: 496 formes nouvelles.

Afin de permettre aux algologues de s'orienter plus facilement parmi des formes nouvelles je présente ici leur liste complète (mentionnant les sources et les dessins) éxécutée par Mlle Hanna Wysocka, maître ès sciences naturelles.

B. HRYNIEWIECKI

BIBLJOGRAFJA. — BIBLIOGRAPHIE.

Historja botaniki. L'histoire de la botanique.

1. Krupa Józef, zastępca nauczyciela gimn. w Buczaczu. (Krupa Joseph— Nécrologue). — Kosmos. Lwów. XIV, 1889, p. 377—9.

Anatomja i morfologja roślin. Anatomie et morphologie des plantes.

2. Budowa i rozwój przewodów soku mlecznego w rodzaju Wymiona Czerw. (*Mamillaria* Haw.). (De organisatione atque evolutione ductuum succi lactei qui sunt apud Mamillariam). — Sprawozd. Lwow. c. k. gimn. im. Franciszka Józefa. Lwów. 1888, p. 1—12.
3. *Cheiranthus Cheiri* L. Przyczynek do morfologji kwiatów. (Der Goldlack. (*Cheiranthus Cheiri* L.) Beitrag zur Morphologie der Blüte). Sprawozd. c. k. wyższego gimn. Tarnopol. 1892, p. 3—19.

Śluzowce. Myxomycetes.

4. Materjały do flory śluzowców (*Myxomycetes*) Galicji. (Matériaux à servir pour la flore des Myxomycètes de Galicie). Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXXVI, Kraków, 1901, p. 1—5.

Glony. Algae.

5. Materjały do flory wodorostów Galicji (Matériaux à flore des algues de Galicie). — Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XVIII, 1884, p. 127 — 138.
6. Przyczynek do znajomości okrzemek tatrzańskich (*Bacillariaceae* tatrenses).—Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXII, Kraków, 1888, p. 138—150.
7. Materjały do flory glonów Polski (Matériaux à la flore des algues de la Pologne). — Kosmos, XIV, zesz. 9, 1889, (p. 1—11).
8. O glonach słodkowodnych wogóle, a w szczególności o glonach okolic Lwowa. (Sur les algues des eaux douces et particulierement, sur les algues des environs de Lwów). — Kosmos, XIV, 1889, zesz. X — XII, p. 332—343.
9. Materjały do flory glonów Galicji, cz. II. Z 1 tabl. (Matériaux à flore des algues de Galicie). Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXV, 1890, p. 1—43.
10. Zur Wahrung der Priorität. Vorläufige Mitteilungen über einige neue Algen—Species und—Varietäten aus der Umgebung von Lemberg.—Bot. Centr. Nr. 29, 1890, (p. 1—9).
11. O pionowem rozsiedleniu glonów jeziora Bajkalskiego. (Ueber die senkrechte Verbreitung der Algen in der Tiefe des Baikalsees). — Kosmos. X, XI, XII, 1890, p. 1—8.
12. Algarum e lacu-Baykal et e peninsula Kamtschatka a clariss. prof. Dr B. Dybowski anno 1877 reportatarum enumeratio et diatomacearum lacus Baykal cum iisdem tatricorum, italicorum atque franco-gallicorum lacuum comparatio. — La Nuova Notarisia, II. Padova, 1891, (p. 1—27).

13. Diagnoses nonnullarum algarum novarum in Galicia orientali anno 1890 collectarum. — La Nuova Notarisia. Padova. 1892.
14. Flora glonów okolic Lwowa. (Flora algarum agri Leopoliensis).—Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXVII, Kraków, 1892, p. 1 — 124. Z 3-ma tabl
15. Staw Tarnopolski. Topografja, fauna i flora z szczególniejszem uwzględnieniem glonów. (Der Teich von Tarnopol. Beschreibung, Thiere und Pflanzen — mit besonderer Berücksichtigung der Algen). — I Rocznik Kółka nauk. tarnopolskiego. Tarnopol, 1892, p. 3—15.
16. Materjały do flory glonów Galicji. Cz. III. Z 1 tabl. (Matériaux à la flore des algues de Galicie. P. III). — Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXVIII, 1893, p. 104—166.
17. B. Eichler et R. Gutwiński. De nonnullis speciebus algarum novarum. 2 tabl. — Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Akad. Um. T. XXVIII, Kraków, 1894, p. 237—241.
18. Glony stawów na Zbruczu (Les algues des étangs sur le Zbrucz). — Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXIX, 1894, p. 23—38.
19. Ogólny pogląd na glony okolic Tarnopola i Trembowli. (Coup d'oeil sur les algues des environs de Tarnopol et de Trembowla). — Roczniki Tow. Tarnopol. II, 1894, p. 122—126.
20. Flora glonów okolic Tarnopola (Flora algarum agri Tarnopoliensis). — Spraw, Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXX. Kraków, 1894, p. 45—173. 2 tabl.
21. Prodromus florae algarum Galiciensis. — Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Akad. Um. T. XXVIII, Kraków, 1895, p. 274—449.
22. De nonnullis algis novis vel minus cognitis. 3 tabl. — Rozprawy Akad. Um. Wydz. mat.-przyr. T. XXXIII, Kraków, 1896, p. 33—63. — Bull. de l'Acad. d. Sc. 1896, p. 342—350.
23. O nagjenim dosele w Bosni i Hercegovini halugama (isključioši Diatomaceae). 1 tabl. (Sur les algues trouvées en Bosnie et Herzegovine, sauf les Diatomacées). Glasnik Zemaljskog Muzeja u Bosni i Herceg. T. VIII, Serajevo, 1896, p. 367—380.
23a. Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und Herceg. T. V, Wien, 1897, p. 453—463.
24. Sistematički prijeglod resina (Algae), sakupljenim po Dr. Justinu Karlińskom u okolici Gracanice tecajem jeseni 1897. Z 1 rys. (Aperçu systématique des algues trouvés par le Dr. J. Karliński des environ de Gračanica 1897). — Glasnik Zem. Muz. u Bosni i Herc. T. X, Serajevo, 1898, p. 365—375.
24a. Wissensch. Mitteil. aus Bosn. u d. Herc. Bd. VI, Wien, 1899, p. 699—707.
25. Wykaz glonów zebranych w okolicy Wadowic - Makowa. (Liste des algues recoltées dans les environs de Wadowice - Maków). — Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXXII, 1897, p. 97—217.
26. Materjały do flory glonów Galicyi. (Res ad floram algarum Galiciae congestae. Pars IV). — La Nuova Notarisia. T. VIII, 1897, p. 125—136.
27. Additamenta ad floram algarum Lithuaniae cognoscendam, I. Algae in lacu Świteź a claris. prof. Dr. B. Dybowski collectae. — La Nuova Notarisia. T. VIII, 1897, p. 1—6.
28. O algama sabranim oko Travnika po velečasnom prof. Erichu Brandisu, Z 2 ryc. (Sur les algues recoltés près de Travnik par le prof. Erich

Brandis). — Glasnik Zem. Mus. u Bosni i Herceg. T. X. Serajevo, 1898 p. 247—263.

28a. Wissensch. Mitt. aus Bosn. u. Herc. Bd. VI, Wien, 1899, p. 685—698.

29. Prilog k poznavanju fosilnich Diatomacea u Bosni (Naslaga diatomacea kod Petrova Sela). (Matériaux à la connaissance des Diatomacées fossiles en Bosnie). — Glasnik Zem. Muz. u Bosni i Herc. X. Serajevo, 1898, p. 115—121.

30. Algae in itinere per montem Babia Góra collectae. — Spraw Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXXIII, 1898, p. 191—203.

31. Ueber die in der Umgebnng von Karlsbad im Juli 1898 gesammelten Algen. Ein Beitrag zur Algenflora Böhmens. — Bot. Centr. LXXVIII, Nr. 14, 1899, 1—8.

32. Glony Suchy i Makowa (Les algues de Sucha el de Maków). — Spraw. Kom. Fiz. Akad. Um. T. XXXV, 1900, p. 3—25.

33. O florze glonów Morskiego Oka (Sur la flore des algues du lac Morskie Oko). — Dziennik IX Zjazdu lek. i przyr. pol. Kraków. 1900.

34. Additamenta ad floram algarum Indiae Batavorum cognoscendam. Algae a cl. dre Raciborski im montibus vulcanicis Krakatau et Slamat anno 1897 collectae. Rozprawy Akad. Um. Kraków, 1901, XXXIX, p. 1—21, 1 tabula.

34a. Bull. de l'Acad. d. Sc. d. Cracovie. 1900. Décembre, p. 400—402.

36. O algama, sakupljenima u okolici Travnickoj. Uz dodatak nekojich oblika sakupljenich u Jajcu i u Dalmacji kod Solina. (Sur les algues trouvés aux environs de Travnik, avec un souplément de quelques espèces trouvées près de Jajce et en Dalmatie). — Glasnik Zem. Muz. u Bosni i Herceg. XIV, Serajevo, 1902, p. 69—82.

36. De Algis a dre M. Raciborski anno 1899 in insula Java collectis. 5 tabulae. — Bull. de l'Acad. d. Sc. d. Cracovie. 1902, Novembre.

37. De Algis praecipue Diatomaceis a dre J. Holderer anno 1898 in Asia Centrali atque in China collectis. 1 tabula. Bull. de l'Acad. d. Sc. d. Cracovie, Classe d. Sc. math. et mat. 1903, p. 201—226.

38. R. Gutwiński et Z. Chmielewski. Contribution à l'étude des Algues du Kameroun. — Annales de Biologie lacustre. T. I. Bruxelles, 1906, p. 1—12.

39. Flora algarum montium Tatrensium. 2 tabulae. — Bull. de l'Acad. Pol. d. Sc. et d. Lettres. T. VII—VIII, 1909, p. 415—560.

40. Flora i plankton glonów Morskiego Oka (La flore et le plankton du lac Morskie Oko). — Kosmos, Lwów, XXXVIII, 1913, p. 1426—1437.

Zoologja. Zoologie.

41. Z życia szczerklina. — Kosmos. T. XVI, Lwów, 1891, p. 297—300.

41a. Ueber die Vorrichtungen der gemeinen Sandwespe (*Ammophila sabulosa*) zum Eierlegen. Nach eigenen Beobachtungen. — Naturwiss. Rundschau. Braunschweig, VI, 1891, Nr. 42, p. 549—550.

42. Czy obecny podręcznik do nauki zoologji w klasach niższych może być powodem przeciążenia uczniów.—Muzeum. R. VIII, 2, 6 i 7, Lwów, 1892. Patrz również (voir) Nr. 15. Staw Tarnopolski.

Enumeratio novarum specierum, varietatum ac formarum Algarum a clar. R. Gutwińskio descriptarum [1].

Elaboravit HANNA WYSOCKA

CYANOPHYCEAE.

Glaucocystis nostochinearum Itzigs. var. *gigas*?, (Nr. 39).— *G. nostochinearum* Itzigs. var. *Möbii*, (Nr. 34 (d.), f. 8).

Oscillatoria podolica, (Nr. 20 (d), Nr. 21 = *Lyngbya podolica*).

Scytonema Gomontii, Nr. 34 (d.), f. 7).

Spirulina Gomontii, Nr. 36 (d.), t. XL, f. 69).

CONJUGATAE.

ZYGNEMACEAE.

Zygnema pectinatum (Vauch.) Ag. var. *decussatum* (Vauch.) Kirch. f. *ellipsoidea*, (Nr. 23, p. 372 (d.)).

DESMIDIACEAE.

Arthrodesmus bifidus Bréb. forma n., (Nr. 14, tab. III, f. 8, Nr. 21).— *A. canvergens* Ehrenb. var. β *incrassatus*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 5). — *A. glaucescens* Wittrock var *papillifera*, (Nr. 9, p. 16 (d.), Tab. I, f. 15, Nr. 11, Nr. 12, Nr. 14 (*A. gl.* β *papilliferus*), Nr. 15 = *Tetrapedia glaucescens* Wittr. var. *papillifera*, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 25).—*A. incus* (Bréb.) Hass. forma *Joshua'ii* (J. Burm) Gutw. (Nr. 14, tab. III, f. 6).—*A, Łapczyńskii*, (Nr. 22 (d), tab. VII, f. 68, Nr. 25).—*A. triangularis Lagerh.* f. *Lagerheimii* (Lagerh.) Gutw., (Nr. 14, tab. III, f. 7, Nr. 21).

Closterium abruptum West. formae n., (Nr. 22, tab. V, f. 4 (a—h), Nr. 25, Nr. 31). — *Cl. acerosum* (Schrank.) Ehrenb. forma *intermedia*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 7, Nr. 25). — *Cl. acerosum* (Schrank.) Ehrb. var. c.) *truncatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 p. 33 (d.), t. I, f. 7, Nr. 15, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 25).— *Cl. acerosum* (Schrank.) Ehrenb. forma n., (Nr. 22, tab. V, f. 6. f. 8, Nr. 25, Nr. 35).—*Cl. anastomosans* West. var. *glabrum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 10). — *Cl. angustatum* Kuetz. forma *Boergesemi*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 5, Nr. 25). — *Cl. angustatum* Kuetz. forma *Eichleri*, (Nr. 25 (d.)). — *Cl. areolatum* Wood. forma *glabra*, (Nr. 20 (d.) tab. II, f. 11, Nr. 21). — *Cl. areolatum* Wood. forma *simplicior*, (Nr. 20 (d.), tab. II, f. 10, Nr. 21). — *Cl. calosporum* Wittr. var. *galiciense*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 21).—*Cl. calosporum* Wittr. var. *galiciense* Gutw. forma a), (Nr. 22 (d.)).— *Cl. calosporum* Wittr. var. *galiciense* Gutw. forma b), (Nr. 22 (d.)). — *Cl. calosporum* Wittr. var. *galiciense* Gutw. forma c), (Nr. 22 (d.), Nr. 25).—*Cl. coloratum* (Klebs.) Gutw. (= *Cl. Lunula* var. *coloratum* Klebs.), (Nr. 22 (d.), tab. V et VI, f. 16, Nr. 25). — *Cl. constrictum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 17). — *Cl. Cordanum*. (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 19, Nr. 25). — *Cl. Cornu* Ehrenb. var. *javanicum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 11). — *Cl. Delpontii* (Klebs.) De-Toni. forma *glabra*, (Nr. 20 (d.), tab. II, f. 9a, III,

[1]) Nr. vide Nr. Bibliographiae, d = diagnosis, f = figura.

f. 9a, Nr. 21). — *Cl. Delpontii* (Klebs.) De-Toni, forma n., (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 8). — *Cl. Delpontii* (Klebs.) De-Toni forma *sculpta*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 9). — *Cl. didymotocum* Corda forma n., (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. I, f. 15). — *Cl. directum* Archer. forma *gracilior*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 6). — *Cl. dubium*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 12, Nr. 25). — *Cl. Ehrenbergii* Menegh. var. *bosniacum*, (Nr. 23, (d.), p. 373. Tab. fig. 1 (a—c, a′, c″—e)). — *Cl. Ehrenbergii* Menegh. var. *podolicum*, (Nr. 20 (d.), tab, III, f. 12, Nr. 21).—*Cl. galiciense*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 18, Nr. 25).— *Cl. incrassatum*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 15, Nr. 25). — *Cl. juncidum* Ralfs. forma *recta*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 5). — *Cl. lagoënse* Nordst. var. *crassius*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 13). — *Cl. Leibleinii* Kütz. b) forma *Willei*, (Nr. 9, p. 8. Nr. 15, Nr. 20, Nr. 21). — *Cl. littorale* Gay. forma n. (Nr. 24 (d.), p. 368, f. 1). — *Cl. Lunula* (Müll.) Nitzsch. var. c) *cuneatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 p. 33 (d.), t. I, f. 6, Nr. 21, Nr. 30). — *Cl. Lunula* (Muell.) Nitzsch. var. *intermedium*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 17, Nr. 25).— *Cl. moniliferum* (Bory) Ehrenb. forma *intermedia*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 13, Nr. 21). — *Cl. moniliferum* (Bory) Ehrenb. forma n. (Nr. 30). — *Cl. nematodes* Joshua forma n. (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 14). — *Cl. Nordstedtii* (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 16). — *Cl. praelongum* Gutw. forma n. (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 14, Nr. 32). — *Cl. Pritchardianum* Archer. forma *crassa*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 13, Nr. 32). — *Cl. pseudoturgidum*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 9, Nr. 25). — *Cl. pygmaeum* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 p 32 (d.), t. I, f. 5, Nr. 21, Nr. 32).—*Cl. rectum*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 3, Nr. 25).— *Cl. rostratum* Ehrenb. forma *angustior*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 23, Nr. 25).— *Cl. striolatum* Ehrenb. var. *sitvense*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 7). — *Cl. subangulatum*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 22, Nr. 25). — *Cl. sublineatum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 12). — *Cl. subscoticum* (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 15). — *Cl. turgidum* Ehrenb. forma *glabra*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 10, Nr. 25).— *Cl. Wagae*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 20, Nr. 25). — *Closterium* spec.? inter *Lunula* et *moniliferum*, (Nr. 37, t. IX, f. 3).

Cosmarium abruptum Lund. forma n. (Nr. 14, tab. II, f. 18, Nr. 21).— *C. Agardhii* G. (Nr. 31 (d.), f. II). — *C. amoenum* Bréb. var. *annulatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 5). — *C. anceps* Lund var. *minimum*, (Nr. 9, p. 9 (d.), Tab. I, f. 2, Nr. 21, Nr. 32 = *Disphinctium anceps* Lund, Nr. 39, *D. anceps* Lund. var. *minimum* Gutw.). — *C. angustatum* (Wittr.) Nordst. forma *minor*, (Nr. 25). — *C. angustatum* (Wittr.) Nordst. [*C. Pokornyanum* (Grun.) W. West et G. S. West] forma *obtusata* (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 53). — *C. Archerii* Roy et Biss. forma *minor*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 29, Nr. 25, Nr. 39 (= C. *cymatopleurum* Nordst. f. *polonica* Rac.) t. VII, f. 20). — *C. Arnellii* Boldt. var. *irregulare* Eich. et Gutw. (Nr. 17, tab. IV, f. 10 (d.)). — *C. Arnellii* Boldt var. *rotundatum*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 26, Nr. 21).—*C. Askenazyi* Schmidle forma *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 45). — *C. Becki*, (Nr. 23 (d.), p. 346, fig. 7). — *C. Bicardia* Reinsch. var. β) *latius*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 11, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 22). — *C. Bicardia* Reinsch. forma *major*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 52, Nr. 25). — *C. Bicardia* Reinsch. var. *trapezicum* Eichl. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 21, Nr. 20, Nr. 22). — *C. bigemma* Rac. (= C. *bidentatum* Turn.) var. *genuinum*, (Nr. 20, Nr. 21). — *C. bigemma* Rac. (= C. *bidentatum* Turn.) var. *podolicum*

(Nr. 20 (d.), tab III, f. 35, Nr. 21). — *C. bioculatum* Bréb. var. c) *excavatum,* Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 26, Nr. 21). — *C. bioculatum* Bréb. forma n. (Nr. 14, tab. I, f. 25, Nr. 21, Nr. 25). — *C. bireme* Nordst. var. β) *Galiciense,* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 15, Nr. 21).—*C. Boeckii* Wille var. *papillatum,* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 17, Nr. 21). — *C. bohemicum,* (Nr. 31 (d.), f. I). — *C. Botrytis* (Bory) Menegh. var. h) *Janoviense,* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 5, Nr. 21). — *C. Botrytis* (Bory) Menegh. var. *submesoleium,* (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 48, Nr. 25). — *C. Botrytis* (Bory) Mengh. forma *Boldtii,* (Nr. 9, p. 13, Nr. 16, Nr. 20, Nr. 21).— *C. Botrylis* (Bory) Menegh. forma *typica,* (Nr. 39). — *C. caelatum* Ralfs. β) *spectabile* (De Not.) Nordst. forma *minor,* (Nr. 9, p. 15, Tab. I, fig. 13, Nr. 21). — *C. caelatum* Ralfs var. γ) *triverrucosum,* (Nr. 9, p. 15 (d.), Tab. I, f. 14, Nr. 21). — *C. capitulum* Roy et Biss. forma n. (Nr. 14, tab. I, f. 24, Nr. 21). — *C. Clepsydra* Nordst. var. *truncatum,* (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 55, Nr. 25). — *C. concinnum* (Rabh.) Reinsch. *B laeve* Wille forma *major* (Nr. 9, p. 12 (d.), Tab. I, f. 8. Nr. 21 = *C. Meneghinii* Bréb. var. *laeve* Wille forma *majus*). — *C. conicum* W. et G. West. var. *brevius,* (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 16). — *C. constrictum* Delp. forma *glabra* (Delp. Hansg.), (Nr. 22 (d.), Nr. 25). — *C. constrictum* Delp. forma *punctata* (Woll., Gutw.), (Nr. 22 (d.), Nr. 25). — *C. constrictum* Delp. forma n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 39). — *C. Corbula* Bréb. var. *Pyreti* (Nr. 9, p. 15 (d.), Tab. I, f. 12, Nr. 10, Nr. 21). — *C. Corbula* var. *Pyreti* Gutw. forma *latior,* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 29, Nr. 21). — *C. Corbula* Bréb. var. *Pyreti* Gutw. forma *podolica,* (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 39, Nr. 21). — *C. corruptum* Turn forma *minor,* (N. 20 (d.), tab. III, f. 19, Nr. 21). — *C. costatum* Nordst. var. *tatrense,* (Nr. 39 (d.), t. VII f. 31). — *C. costatum* Nordst. forma n. (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 12, Nr. 20 = *C. Boldtianum* Gutw. ((d.), tab. III, f. 36) (= *C. crenatum* for. *tricrenata* Boldt.) Nr. 25, Nr. 30 = *C. tricrenatum* (Boldt.) Gutw. Nr. 32, Nr. 39, Nr. 21). — *C. crenatum* Ralfs. formae n. a) Gutw. b) Gutw. c) Gutw. (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 12, 13, 14, Nr. 20—forma a), Nr. 21 — formae: a), b), c)). — *C. cuneatum* Joshua α) forma *typica,* (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 49). — *C. cuneatum* Joshua β) forma *crenata,* (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 50). — *C. cuneatum* Joshua δ) forma *aperta,* (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 51). — *C. cyclicum* Lund. forma *tatrica,* (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 24, Nr. 40). — *C. Davidsonii* Roy et Biss. var. *simplicius,* (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 30, Nr. 40). — *C. decachondrum* Roy et Biss. var. *taxichondriforme,* Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 50, Nr. 25). — *C. dentiferum* Corda forma *maior,* (Nr. 39, t. VII, f. 23). — *C. didymochondrum* Nordst. f. *bosniaca,* (Nr. 23 (d.), p. 345, fig. 8). — *C. didymochondrum* Nordst. forma *tatrica,* (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 21). — *C. distichum* Nordst. var. *irregulare* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 18). — *C. dorsitruncatiforme,* (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 35). — *C. Dybowskii,* (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 59, Nr. 27). — *C. ellipsoideum* Elfv. var. *minus* Rac. forma *intermedia,* (Nr. 25 (d.)), — *C. euastriforme,* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (*d.*), tab. II, f. 19, Nr. 21). — *C. fontigenum,* (Nr. 10 (d.)). — *C. formosulum* Hoff. var. *depauperatum,* (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 25, Nr. 21, Nr. 25). — *C. Gayii* (= *C. Gayanum* de Toni = *C. ellipticum* Gay, Nr. 10, Nr. 14, tab. II, f. 5). — *C. geminatum* Lund. forma *polonica* Eich. et Gutw. Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 12). —

C. genuosum Nordst. var. *minus*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 37, Nr. 25). — *C. genuosum* Nordst. var. β) *minus*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 8, Nr. 21, Nr. 32). — *C. granulatum* Bréb. form *Borgii*, (Nr. 20, Nr. 21). — *C granatum* Bréb. δ) *Delpontii* (Delp.) Gutw. (Nr. 14, tab. I, f, 30, Nr. 20, Nr. 21). — *C. Gregorli* Roy et Biss. var. *Janoviense*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 16, Nr. 16—*C. Gregoryi* R. et B. ((d.), tab. I, f. 11), Nr. 21). — *C. Gregoryi* Roy et Biss. var. *papilliferum* (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 34, Nr. 21).—*C. Hammeri* Reinsch. var. *subbinale* Nordst. forma n. (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 16, Nr. 21). — *C. Holmiense* Lund β) *integrum* Lund. forma *constricta*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 17, Nr. 22, tab. VII, f. 42 d., Nr. 25, Nr. 39). — *C. holmiense* Lund. var. *integrum* Lund. forma n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 42 c, Nr. 25). — *C. holmiense* Lund. var. *intermedium*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 42 b., Nr. 25). — *C. holmiense* Lund. var. γ) *attenuatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 18, Nr. 21, Nr. 25). — *C. holmiense* var. (?) δ) *nanum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 19, Nr. 21). — *C. holmiense* Lund. forma n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 42 a., Nr. 25). — *C. Hornavanense* (= *C. subochtodes* Schm. var. *maius* Schmidle), (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 28). — *C. humile* Gay var. *glabrum*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), t. II, f. 14, Nr. 21 — (autor nie zgadza się z West'em, który włączył tę odmianę do gat. *Cosm. substriatum* Nordst.).—*C. Hyacinthi*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 30, Nr. 21). — *C. incertum* Schmidle var. *groenlandicum* (= *C. Meneghinii* Brèb. forma Boldt.) forma *galiciensis*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 26, Nr. 25). —*C. induratum* nov. spec. (?), (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 25 ,Nr. 21, Nr. 25).—*C. Istvanffi*, (Nr. 23 (d.), p. 375, fig. 9). — *C. jenisejense* Boldt. var. *bicrenatum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 74, Nr. 25). — *C. jenisejense* Boldt. var. *rectangulum*, (Nr. 20 (d.), tmb. III, f. 38, Nr. 21). — *C. Jundzillii* Rac. var. *podlachicum* Eich et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 17). — *C. Karlińskii*, (Nr. 23 (d.), p. 376, fig. 6). — *C. Kjellmani* Wille var. β) *Podolicum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 27, Nr. 21). — *C. Kjellmani* Wille subsp.*) *grande* Wille forma *minor*, (Nr. 10, Nr. 14, tab. II, f. 28, Nr. 21, Nr. 39, Nr. 40). — *C. Klebsi*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16, tab. II, f. 3, Nr. 20, Nr. 21,=*C. elevatum* Nordst, var. *Klebsi*). — *C. Klebsi* forma n. (Nr. 20, tab. III, f. 18, Nr. 21). — *C. Lagerheimii*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 2, Nr. 21). — *C. latifrons* Lund. var. *Borgëi* (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 53, Nr. 25). — *C. lejodermum* Gay var. *mujus*, (Nr. 30 (d.). — *C. Logiense* Biss. forma? an *C. pulchellum* Turn forma? (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 33, Nr. 25). — *C. Malinvernianum* (Rac.) Schmidle var. *Badense* Schmidle forma *tropica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 48). — *C. Malinvernianum* (Rac.) Schmidle var. *intermedium*, (Nr. 22, tab. VII, f. 57 (d.), Nr. 27). — *C. margaritiferum* (Turp.) Menegh. forma n. (Nr. 14, tab. II, f. 7). — *C. medioleve* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 19). — *C. medioscrobiculatum* W. West et G. S. West var. *egranulatum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 32). — *C. Meneghinii* Bréb. var. *octanguliforme*, (Nr. 9, p. 12 (d.), Tab. I, fig. 6, Nr. 16, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 39, Nr. 40). — *C. Meneghinii* Bréb. forma n., (Nr. 14, t. I, f, 22, Nr. 21 C. M. forma *leopoliense*). — *C. Meneghinii* Bréb. forma *polonica*, (Nr. 13, Nr. 16, tab. I, f. 9, Nr. 20, Nr. 21). — *C. Meneghinii* Bréb. forma *Stockmayeri*, (Nr. 23 (d.), p. 344, f. 4). — *C. Meneghinii* Bréb. var. *difficile* (Lütkemüller) Gutw. (Nr. 24, Nr. 32). — *C. międzyrze-*

cense Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 9). — *C. minutum* Delp. forma *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 33). — *C. Nathorstii* Boldt, forma *tatrica*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 33). — *C. nitidulum* De Not. var. β) *mesotumidulum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 10, Nr. 20, Nr. 21). — *C. Nathorstii* Boldt. var. β) *trinotatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 22, Nr. 21). — *C. nitidulum* De Not. forma *punctulata*, (Nr. 9, p. 14 (d.), Tab. I, f. 11, Nr. 21, Nr. 32). — *C. nitidulum* De Not. formà n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 40, Nr. 25). — *C. notabile* Bréb. forma *media*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 10, Nr. 21 = *Disphinctium notabile* (Bréb.) Hansg. forma *medium*).—*C. Novae Semliae* Wille var. *polonicum* Eich. et Gutw. (Nr. 17, tab. V, f. 27). — *C. nudum* Turn. var. *compressum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 43). — *C. nudum* (Turner) [= *C. taxichondrum* Lund. v. *nudum* Turn. var. *javanicum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 42). — *C. Nymannianum* Grun. forma *pygmaea*, (Nr. 18, Nr. 21).—*C. obliquum* Nordst. forma *tatrica*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 19). — *C. obsoletum* Reinsch. var. *angustatum* W. West forma *galiciensis*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 46, Nr. 39). — *C. obsoletum* (Hantsch.) Reinsch. var. *scrobiculatum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 40). — *C. obsoletum* (Hantsch.) Reinsch. var. *Sitvense*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 39). — *C. occidentale* Turn. (= *C. gemmalum* Turn.) var. *intermedium*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 22, Nr. 21, Nr. 25). — *C. ocellatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 7). — *C. ochtodes* Nordst. var. *obtusatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 3, Nr. 21, Nr. 25). — *C. ordinatum* (Börg.) West. var. *montanum*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 26). — *C. ornatum* Ralfs. var. *subpolonicum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14. (d.), tab. II, f. 24, Nr. 21).—*C. orthostichum* Lund. var. *rectangulum* Eich et Gutw. (Nr. 17, tab. IV, f. 15). — *C. orthogonum* Delp. forma n. (Nr. 13 (d.), Nr. 16, tab. II, f. 16 (d.), Nr. 21). — *C. pachydermum* Lund. var. β) *hexagonum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 31, Nr. 20, Nr. 21). — *C. parvulum* Bréb. var. *attenuatum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 45, Nr. 25). — *C. perforatum* Lund a) *typicum* (Lund.) Gutw. (Nr. 14, Nr. 21). — *C. perforatum* Lund. b) *porosum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 32, Nr. 21). —*C. Pertyanum* Rac. var. *brevius*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 28, Nr. 25).— *C. Phaseolus* Bréb. var. *elevatum* Nordst. forma *maior*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 27, Nr. 21). — *C. Podlachiae* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 13). — *C. polonicum* Racib. var. *intermedium*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 30, Nr. 21, Nr. 25).—*C. polonicum* Racib. var. *intermedium* Gutw. forma n. (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 31, Nr. 21 — forma *Schmidlei*). — *C. polonicum* Racib. var. *quadrigranulatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 31, Nr. 21).— *C. praemorsum* Bréb. var. *stelliferum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 58, Nr. 27).— *C. praemorsiforme*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 44). — *C. pseudobioculatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 27). — *C. pseudoboeckii*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 55, Nr. 25). — *C. pseudobotrytis* Gay. var. *minor*, (Nr. 9, p. 13 (d.), Tab. I, f. 9, Nr. 21). — *C. pseudocostatum*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 32). — *C. pseudocrenatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 20, Nr. 21). — *C. pseudofontigenum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 11, Nr. 21). — *C. pseudogranatum* Nordst. forma n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 38). — *C. pseudoornatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 24). — *C. pseudoprotuberans* Kirch. β) *angustius* Nordst, forma *leopoliense*, (Nr. 14, tab. II, f. 8, Nr. 21). — *C. pseudoprotuberans* Kirch. var. γ) *pygmaeum*, (Nr. 10 (d.), Nr.

14 (d.), tab. II, f. 9, Nr. 21). — *C. pseudopyramidatum* Lund. forma *Raciborskii*, (Nr. 25 (Rac. Desm. Nov. T. V, f. 2)). — *C. pseudospeciosum* Racib. forma *latior* (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 18). — *C. pseudostenonotum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, 29). — *C. pulcherrimum* Nordst. var. β) *truncatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 21, Nr. 36, Nr. 38 (d.)). — *C. punctulatum* Bréb. var. *perforatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 10). — *C. pusillum* Bréb. var. *retusum* Turn. forma *intermedia*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 37, Nr. 21). — *C. pyramidatum* Bréb var. b) *gypsorum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 34, Nr. 21). — *C. quadratulum* (Gay) forma b) *major*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 23, Nr. 21 *C. quadratulum* (Gay) De-Toni for. *leopoliense*). — *C. quadratulum* (Gay) De-Toni (= *Euastrum quadratulum* Gay) forma *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 31). — *C. quadrifarium* Lund. forma *stellata*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, 46). — *C. Quasillus* Lund. forma *minor*, (Nr. 20, Nr. 21). — *C. Regnellii* Wille var. *minimum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 6). — *C. retusiforme* (Wille) Gutw. (Nr. 14, tab. II, f. 12, Nr. 38). — *C. retusiforme* (Wille) Gutw. forma *major*, (Nr. 16 (d.), tab. I, f. 6, Nr. 20). — *C. retusiforme* (= *C. Hammeri* β) *retusiforme* (Wille) var. β) *incrassatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 13, Nr. 20, Nr. 21). — *C. retusiforme* (Wille) Gutw. forma *majus*, (Nr. 13 (d.), Nr. 21). — *C. Rostafińskii* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 15, Nr. 21). — *C. Rostafińskii* forma *minor*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 27, Nr. 25). — *C. Scenedesmus* Delp. var. b) *intermedium*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 28). — *C. Schneideri*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 28, Nr. 21). — *C. sculptum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 22). — *C. septenarium* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 16). — *C. sexangulare* Lund. var. *Reinschii*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 5, Nr. 21). — *C. sexnotatum*, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 7, Nr. 20, Nr. 21). — *C. sexnotatum* Gutw. var. *triomphalum*, Nr. 20 (d.), tab. III, f. 29). — *C. Silesiacum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.)). — *C. Silesiacum* Gutw. var. β) *major*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 14, Nr. 20, Nr. 21).— *C. Silesiacum* Gutw. var. α) *minor* (= *Schliephakeanum* Rac. (Nr. 10 (d.), Nr. 14, Nr. 20, Nr. 21). — *C. sinostegos* Schaar. var. *obtusius* (Nr. 16 (d.), tab. II, f. 13, Nr. 21). — *C. sniatynense* (Nr. 9, p. 12 (d.), Tab. I, f. 7). — *C. speciosum* Lund. β) *Austrialianum* Nordst. forma n. (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 356, Nr. 20 forma *leopoliensis*). — *C. staurastriforme*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 27, Nr. 40). — *C. staurastroides* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 30). — *C. striatum* R. Boldt. var. β) *galiciense*, (Nr. 9, p. 11 (d.), T. I, f. 5, Nr. 21, Nr. 25). — *C. subbireme*. (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 47). — *C. subbroomei* Schmidle var. *retusum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 20). — *C. subcrenatum* Hantsch. var. *subdivarticatum*, (Nr. 9, p. 14 (d.), Tab. I, f. 10, Nr. 16, Nr. 20, Nr. 21). — *C. sucrenatum* Hantsch. var. *galiciense*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 51, Nr. 25).—*C. subcrenatum* Hantzsch. forma *bifaria* (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 29).— *C. subeductum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14, tab. I, f. 33, Nr. 20, tab. VI, f. 30, Nr. 21, Nr. 25). — *C. suberosum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 36). — *C. subholmiense*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 43, Nr. 25). — *C. subhumile*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 1, Nr. 21). — *C. sublobatum* (Bréb.) Arch. var. *minutum*, (Nr. 9, p. 10 (d.), Tab. I, f. 3, Nr. 21). — *C. sublobulatum*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 34). — *C. subprotumidum* Nordst. var. β) *Leopoliense*, (Nr.

10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. II, f. 23, Nr. 21, Nr. 25). — *C. subpunctulatum* forma n. (Nr. 40). — *C. subrectangulare*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 23, 24, Nr. 25). — *C. subrectangulare* Gutw. var. *ornatissimum*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 32, Nr. 25). — *C. subrectangulare* Gutw. forma α) *glabra* Gutw. (=*C. rectangulare* forma Boldt. (Nr. 20, tab. III, f. 23, Nr. 21). — *C. subrectangulare* Gutw. farma β) *ornata*, (Nr. 20, tab. III, f. 24, Nr. 21). — *C. subspeciosum* Nordst. forma *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII. f. 41). — *C. subspeciosum* Nordst. forma *tatrica*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 25). — *C. synostegos* Schaar. var. *obtusius*, (Nr. 13 (d.)). — *C. taxichondriforme* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d), tab. IV, f. 23). — *C. taxichondriforme* Eich. et Gutw. var. *depressum*, (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 24). — *C. tenue* Arch. forma *punctulata*, (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 31, Nr. 25). — *C. tenue* Archer forma *strusoviensis*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 15, Nr. 21). — *C. tetragonum* var. γ) *granulatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 20). — *C. tetragonum* (Naeg.) Arch. var. *Lundellii* forma *Schmidlei*, (Nr. 25, Nr. 32). — *C. tetragonum* (Naeg.) Arch. β) *intermedium* Boldt. forma *polonica* Eich. et Gutw. (Nr. 17, tab. V, f. 28). — *C. tetragonum* Näg. var. δ) *subintermedium*, (Nr. 10 (d.), (omyłkowo „*subintegrum*"), Nr. 14 (d.), tab. I, f. 21, Nr. 21, Nr. 25). — *C. tetraophthalmum* (Kuetz.) Bréb. forma *minor*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 21, Nr. 21, Nr. 25). — *C. Thwaisteii* Ralfs. var. γ) *subincrassatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 8). — *C. tinctum* (?) Ralfs. forma *major* (?), (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 41, Nr. 25). — *C. tiroliense* (= *C. nasutum* Nordst. var. *euastriforme* Schm.) (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 35).— *C. tithophorum* Nordst. forma *intermedia* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 31, Nr. 22 = *C. Bicardia* Reinsch. var. *latius* Gutw. for. *intermedia* (Eich. et Gutw.)). — *C. Tjibenongense*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 34). — *C. trachypleurum* Lund. var. *distichiforme*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 20, Nr. 21, Nr. 25). — *C. trachypleurum* Lund. var. *Nordstedtii*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 38). — *C. transiens* Gay. forma *maior*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 22). — *C. Treubii*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 37). — *C. trilobulatum* Reinsch. forma *elongatum*, (Nr. 9, p. 10 (d.), Tab. I, f. 4, Nr. 21). — *C trilobulatum* Reinsch. var. *excavatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 8). — *C. trilobulatum* Reinsch. forma *retusa*, (Nr. 14 (d.), t. I, f. 16, Nr. 16, t. I, f. 10, Nr. 21). — *C. trinotatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. IV, f. 14). — *C. Turpinii* Bréb. a) *typicum*. (Nr. 18 (d.), Nr. 20, tab. III, f. 32, Nr. 21, Nr. 25). — *C. Turpinii* Bréb. b) *Lundelli*, (Nr. 5, p. 133 (d.), Nr. 10, Nr. 14, tab. III, f. 1, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 25, Nr. 32).— *C. Turpinii* Bréb. var. c) *podolicum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 2, Nr. 20, Nr. 21). — *C. Turpinii* Bréb. var. d) *gypsorum* Gutw. (*C. podolicum* Gutw. *subcrenatum* Racib.), (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 3. Nr. 15, Nr. 16, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 26). — *C. Turpinii* Bréb. var. e) *elegans*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 4, Nr. 20, Nr. 21). — *C. Turpinii* Bréb. var. g) *Turneri*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 33, Nr. 21, Nr. 25). — *C. undulatum* Corda forma *minima*, (Nr. 14, Nr. 21). — *C. vanum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, t. 34, Nr. 25). — *C. venustum* (Bréb.) Arch. var. *excavatum* Eichl. et Gutw.) (= *C. trilobatum* Reinsch. var. *excavatum* Eichl. et Gutw. forma *major* (Nr. 22, tab. VII, f. 44, Nr. 25). — *C. venustum* var. *excavatum* (Eich. et Gutw.) W. et G. S. West. forma *dupla maior*, (Nr. 39, t. VII, f. 17). — *C. Willeanum* Rac. forma *intermedia* Eich,

et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 26). — *Cosmarium sp.* (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), t. I, f. 9). *Cosmarium sp.* (Nr. 14, tab. II, f. 6, Nr. 21).

Disphinctium anceps Lund. 1) forma *punctata*, (Nr. 22 (d), tab. VII f. 35 (a, b), Nr. 25.—*D. anceps* Lund. 2) forma *glabra*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 35 (c, d), Nr. 25. — *D. anceps* Lund. 3) forma *angusta*, (Nr. 22 (d), tab. VII, f. 35 (e), Nr. 25. — *D. anceps* (Lund.) Hansg. (= *Cosmarium anceps* Lund.), forma *tatrensis*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 14, Nr. 40). — *D. cruciferum* (De-By) Hansg. var. *tatricum*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 10). — *D. cruciferum* (De Bary) Hansg. forma n. (Nr. 22, tab. VI, f. 25, Nr. 25 = *Docidium cruciferum* (De-By) Hansg. forma n.).—*D. Cucurbita* (Bréb.) Reinsch. var. *inflatum*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 11). — *D. Rehmanii*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 13). — *D. sinuosum* (Lund.) Hansg. forma *basiornata*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 15). — *D. Thwaitesii* (Ralfs.) De-Toni (= *Cosmarium Thwaitesii* (Ralfs.) var. *incrassatum* Wille forma *tatrica*, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 12).— *D. tumens* (Nordst.) Hansg. forma n. (Nr. 37, t. IX, f. 4). — *D. zonatum* (Lund.) De-Toni (*Cosmarium zonatum* Lund.) forma *javanica*. (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 22).

Cylindrocystis polonica Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.). tab. IV, f. 2).

? *Docidium breve* (Wood.) Wolle var. *arcticum* Wille forma n. (Nr. 22 (d.), tab. VI, f. 24, Nr. 25).

Euastrum ansatum Ralfs. var. *triocellatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 36). — *E. binale* (Turp.) Ralfs. var. *papilliferum*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 41). — *E. binale* (Turp.) Ralfs. var. *insulare* Wittr. forma *minor*, (Nr. 22, tab. VII, f. 66, Nr. 25). — *E. binale* Bréb. forma n. (Nr. 22, tab. VII, f. 65, Nr. 25). — *E. binale* Ralfs. forma n. (Nr. 14 (d.), tab. III, f. 25, Nr. 21 = *E. binale* Ralfs. forma *Gutwińskii* Schmidle) Nr. 25). — *E. dideltoides* (Rac.) W. West et G. S. West (*E. quadriceps* Nordst. for. *dideltoides* Rac.) forma *javanica* n. (Nr. 36 (d.), t, XXXIX, f. 55). — *E. dideltoides* (Rac.) W. West et G. S. West forma *Borgii* n. (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 56). — *E. divaricatum* Lund. forma *międzyrzecensis* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 39). — *E. divaricatum* Lund. forma *inermis* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 40). — *E. elegans* (Bréb.) Kuetz. var. *subspeciosum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 37). — *E. erosum* Luud. var. *notabile* W. West forma *simplicior* n. (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 61, Nr. 25). — *E. erosum* Lund. var. *notabile* W. West forma *intermedia*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 40*). — *E. erosum* Lund. var. *notabile* W. West forma *ornata*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 62, Nr. 25). — *E. inerme* (Ralfs.) Lund. forma *hians* Eich. et Gutw (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 33). — *E. inermis* (Nordst.) Turn. (*E. spinulosum* Delp. subsp. *inermis* Nordst.) var. *javanicum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 54). — *E. perpusillum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 38). — *E. pingue* Elv. var. *depauperatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 34). — *E. Pokornyanum* Grun. var. *subcrassicolle*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 40, Nr. 21). — *E. Satkii*, (Nr. 20 (d.), tab. III, f. 42, Nr. 21—autor nie zgadza się z West'em, żeby *Euastrum satkii* Gutw. uważać za odmianę *Cosmarium asperulum* Reinsch.). — *E. Schmidleanum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 32).—*E. spinulosum* Delp. subsp. *africanum* Nordst. forma *polonica*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 63, Nr. 25). — *E. subbinale*, (Nr. 20 (d.), f. 41, Nr. 21). — *E. tricrenatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab.

V. f. 35). — *E. verrucosum* Ehrenb. forma *supernumeraria*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 60, Nr. 25).

Hyalotheca indica Turn var. *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 2).

Micrasterias Americana (Ehrb.) Ralfs. b) *Boldtii* (= *M. Americana* forma Boldtii. (Nr. 10, Nr. 14, tab. III, f. 27).—*M. crux-melitensis* (Ehr.) Ralfs. forma *monstrosa*, (Nr. 14, tab. III, f. 28, Nr. 21). — *M. crux-melitensis* (Ehrenb.) Ralfs. b) forma n. (Nr. 14, tab. III, f. 29, Nr. 21 — forma *punctata*). — *M. furcata Ag.* var. *globulifera* Eich et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 43). — *M. Kitschellii* Wolle. forma *polonica* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 41). — *M. Möbii* W. West et G. S. West (*Euastrum verrucosum* Ehr. xar. *Möbii* Borge) var. *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 58). — *M. stauromorpha* Turn. var. *inermis* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 42). — *M. Thomasiana* Arch. var. *javanica*, (Nr. 36. (d.), t. XXXIX, f. 57). — *M. Thomasiana* Arch. var. *polonica*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 73, Nr. 25).

Penium Cylindrus (Ehrenb.) Bréb. a) *typicum* (= *P. Cylindrus* Bréb.), (Nr. 14, Nr. 21 *Disphinctium Cylindrus* (Ehrenb.) Naeg. (*Calocylindrus Cylindrus* Naeg.). — *P. delicatulum* Joshua var. *perforatum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 19). — *P. diadematum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 20). — *P. exiguum* West. var. *attenuatum* (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 7). — *P. lagenarioides* Roy var. *intermedium*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII f. 18),

Phymatodocis irregulare Schmidle var. *intermedium* (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 4 (a — d''')).

Pleurotaenium excelsum (*Docidium excelsum* Turn.) var. *gracilius*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 23). — *P. Kayei* (Arch.) Rabh. forma n. (Nr. 36 (d), t. XXXVII, f. 25).

Pleurotaeniopsis maculatiformis Schmidle var. *maior*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 27). — *P. pseudoconnata* (Nordst.) Lagerh. forma *maior*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 26).

Sphaerozosma Archeri [= *Sph. vertebratum* (Bréb.) Ralfs. forma Nordst.], (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), p. 29, t. I, f. 4, Nr. 16, Nr. 20, Nr. 21).

Spondylosium nitens (Wallich) Archer. (*Leuronema nitens* Wallich) var. *triangulare* Turn. forma *javanica*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVI, f. 3).

Staurastrum amoenum Hilse var. *intermedium*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 47). — *S. basichondroides*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 48). — *S. bifidum* (Ehrenb.) Bréb. var. *tortum* Turn. forma *punctata*, (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 60). — *S. Borgeanum* Schm. var. *tatricum*, (Nr. 39 (d.), t, VIII, f. 49). — *S. Brebissonii* Arch. forma *minor*, (Nr. 14, Nr. 21). — *S. brevispina* Bréb. var. *retusum* Borge forma *galiciensis*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 75, Nr. 25). — *S. brevispina* Bréb. forma *hexagona* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 48). — *S. Csorbae*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 44). — *S. cuspidatum* Bréb. var. γ) *coronulatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 11, Nr. 21). — *S. dejectum* Bréb. var. *patens* Nordst. forma *minor*, (Nr. 22, tab. VII, f. 69b, Nr. 25). — *S. De-Tonii* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 51). — *S. dilatatum* Ehrenb. forma n. (Nr. 10). — *S. dilatatum* Ehrenb. Ralfs. forma n. (Nr. 14 (d.), tab. III, f. 14, Nr. 21). — *S. dubium* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 52). — *S. dubium* Eich. et Gutw. forma n. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 53). — *S. ecorne* Turn. var. *podlachicum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 47). —

S. gemelliparum Nordst. forma *simplex*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 71, Nr. 25). — *S. hexacanthum* Gay forma *intermedia* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 54). — *S. horametrum* Roy et Biss. var. *minus*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 72, Nr. 25). — *S. incisum* Wolle forma *convergens*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (f. *convergens* (Wolle) Gutw.) (d.), tab. III, f. 13, Nr. 21). — *S. intricatum* Delp. (= *S. Hantzschii* Reinsch. var. *depauperatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 23, Nr. 21). — *S. irregulare* West. forma n. (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 64). — *S. javanicum*, (Nr. 36 (d.), t. XXXIX, f. 59). — *S. longebrachiatum* Borge (*St. bicorne* Hauptfl. v. *longebrachiatum* Borge) var. *javanicum*, (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 62). — *S. muricatum* Bréb. β) *Bornholmiense* (= *S. muric.* forma Nordst.) (Nr. 10, Nr. 14, Nr. 21). — *S. muricatum* Bréb. γ) *trapezicum* (Nordst.) Gutw. (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 15, Nr. 21). — *S. muricatum* Bréb. forma *tatrica*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 46). — *S. Nordstedtii*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 22, Nr. 21). — *S. orbiculare* (Ehrenb.) Klebs. var. *extensum* Nordst. forma n. (Nr. 32 (d.)). — *S. orbiculare* (Ehrenb.) Ralfs. f. *punctata* (= *St. cordatum* Gay.) (Nr. 10, Nr. 14, tab. III, f. 10. Nr. 21). — *S. podlachicum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 49).— *S. pseudopachyrhynchum* Wolle. var. *polonicum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 46). — *S. pseudopisciforme* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 50). — *S. pygmaeum* Bréb. forma n. (Nr. 14, tab. III, f. 17 Nr. 21). — *S. Raciborskii*, (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 65). — *S. retusum* Turn. var. *punctulatum* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 44, Nr. 25). — *S. retusum* Turn. forma *hians* Eich. et Gutw. (Nr. 17 (d.), tab. V, f. 45). — *S. Rostafińskii*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 16, Nr. 21). — *S. scorpioideum* Delp. var. *brevius*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 19, Nr. 21, Nr. 25). — *S. Sebaldi* Reinsch. var. *Coocke'ii*, (Nr. 10, Nr. 12, Nr. 14, Nr. 21). — *S. Sebaldi* Reinsch var. γ) *Jarynae*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 18, Nr. 21, Nr. 25). — *S. Sebaldi* Reinsch. forma b), (Nr. 16).— *S. sexangulare* (Bulnh.) Lund. var. *bidentatum*, (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 63).— *S. sexcostatum* Bréb. var. *depauperatum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 70, Nr. 25). — *S. subteliferum* Roy et Biss. forma (?), (Nr. 14, tab. III, f. 24).— *S. teliferum* Ralfs. var. *tatricum*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 43). — *S. triaculeatum*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), tab. III, f. 20, Nr. 21). — *(Tetraëdron?) S. Trifolium (T. enorme* (Ralfs.) Hansg. = *S. enorme* Ralfs.), (Nr. 20 (d.), tab. II, f. 4). — *S. tunguscanum* (Boldt.) forma n. (Nr. 14, tab. III, f. 12).— *S. subbrebissonii* Schm. var. *hexagonum*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 42). — *S. varians* Rac. forma *truncata*, (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 45). — *S. Wildemani*, (Nr. 36 (d.). t. XL. f. 61).—*Staurastrum sp.* (Nr. 14 (d.), tab. III, f. 21, Nr. 21),

Tetmemorus laevis (Kütz.) Ralfs. var. *bifidus*, (Nr. 9, p. 9 (d). Tab. I, f. 1, Nr. 21).

Triploceras gracile Bail. formae. α, β, (Nr. 36, T. XXXVII, f. 21 α, β).

Xanthidium acantophorum Nordst. (=*Arthrodesmus acantophorus* Racib.) var. *Raciborskii*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 30). — *X. antilopaeum* Kuetz. var. *triquetrum* Lund. forma *hexagona* Eich. et Gutw, (Nr. 17 (d.), tab: IV, f. 4). — *X. cristatum* Bréb. forma *polonica*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 67, Nr. 25).—*X. Raciborskii*, (Nr. 36 (d.), t. XXXVII, f. 28).—*X. Raciborskii* forma *protracta* (Nr. 36 (d.), t. XXXVIII, f. 29).

BACILLARIACEAE.

Achnanthes Hörmannii (Nr. 28 (d.), Nr. 34 = *A. inflata* (Kuetz?) Grun., Nr. 38). — *A. lanceolata* (Bréb.) Grun. forma *minutissimaeformis* (Nr. 35 (d.)).

Achnanthidium delicatulum Ktz. forma (b) *angustatum* (Nr. 9, p. 29 (d.) T. I, f. 25 Nr. 16, (= *Achnanthes delicatula* (Ktz.) Grun forma *angustata*) Nr. 20, Nr. 21). — *A. subhungaricum* (Nr. 9, p. 29 (d.), T. I, f. 26, Nr. 16 (=*Achnanthes subhungarica* (Gutw.) De Toni) Nr. 21)

Amphiprora paludosa W. Sm. var. *Holdereri* (Nr. 37 (d.) t. IX, f. 7).

Amphora libyca Ehrb. forma *minor*, (Nr. 9, p. 26, Nr. 21).

Brebissonia Nordstedtii (Nr. 38 (d.), f. 3, A, B, C).

Cymbella Brebissoniana, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 52, Nr. 40). — *C. excisa* Ktz. var. b) *major*, (Nr. 9, p. 25 (d.), T. I, f. 21, Nr. 18, Nr. 21). — *C. excisa* Kuetz forma *typica* (Kuetz) Gutw. (Nr. 18, Nr. 20, Nr. 21).—*C. gastroides* Kuetz subsp. *substomatophora* (Nr. 12 (d.), Nr. 20, tab. III, f. 43, „subsp.“ = =„var.“ Nr. 25, Nr. 21). — *C. imitans* (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 53). — *C. Tatrensis* (Nr. 39 (d.), t. VIII, f. 51).

Cystopleura Kamerunensis (Nr. 38 (d.), f. 4, A, B).

Encyonema turgidum (Greg.) Grun. forma *minor* (Nr. 16).

Eunotia Arcus Ehrenb. var. *trigranulata* (Schum.) Gutw. Nr. 21, Nr. 39). — *E. bidens* Greg. Schum. var. *Dybowskii* (Nr. 12 (d.)). — *E. camelus* Ehrenb. var. *didymodon* Grun forma *ventricosa* (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 68). — *E. minima* (Nr. 9, p. 36 (d.), T. I, f. 30, Nr. 21). — *E. pectinalis* (Dillw.?) Rabenh. var. *octoundulata* Grun forma n. (Nr. 36 (d.), t. XL, f. 67). — *E. Smithii* (*E. gracilis* W. Sm.), (Nr. 21 — adnotatio Nr. 39). — *E. Ventriculus* Schum. var. *De-Toniana* (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 19, Nr. 21).

Gomphonema acuminalum Ehrb. var. e) *submontanum* (Nr. 9, p.28 (d.), T. I, f. 23, Nr. 20, Nr. 25, Nr. 21). — *G. assymetricum* (Nr. 9, p. 28 (d.), tab. I, f. 24, Nr. 11, Nr. 12, Nr. 16 (= *Rhicosphaenia assymetrica* Nr. 51). — *G. augur* Ehr. var. *podolicum* (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. II, f. 18, Nr. 21).— *G. constrictum* Ehrb. b) *truncatum* (Ehrb.) Gutw. (Nr. 6 (d.), Nr. 14, Nr. 18, Nr. 21). — *G. constrictum* Ehrb. a) *typicum* (Nr. 6, Nr. 12, Nr. 14, Nr. 18, Nr. 21). — *G. intricatum* Ktz. α) *typicum* (Nr. 9, Nr. 12, Nr. 21). — *G. Turris* Ehr. forma *typica* (Nr. 38).

Meridion circulare Ag. forma c) *monstrosa* (Nr. 9, tab. I, f. 27, Nr. 21,

Navicula alpestris Grun. var. *tatrica*, (Nr. 9, p. 20 (d.), tab. I, f. 17) Nr. 21, Nr. 39). — *N. binodis* Sm. a) *laticeps*, (Nr. 6, p. 143, Nr. 21, Nr. 39). — *N. De-Toniana* (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), t. I, f. 17, Nr. 18, Nr. 20, Nr. 21). — *N. elliptica* Kuetz. forma *inflata*, (Nr. 37 (d.), t. IX, f. 6). — *N. incurva* (?) Greg. b) *minor*, (Nr. 9, p. 22 (d.), Tab. I. f. 18, Nr. 14, Nr. 21). — *N. Mágócsyi* Pantoc. var. *stauroneiformis*, (Nr. 39 (d.)). — *N. mutica* Kuetz. var. *quinquenodis* (Grun.) van Heurck (= *N. quinquenodis* Grun.) forma n. (Nr. 20 (d.)). — *N. nana* Greg. forma *brevis*, (Nr. 9, p. 20 (d.), Tab. I, f. 16, Nr. 21). — *N. Peisonis* Grun. *a) genuina b) minor*, (Nr. 6). — *N. Rabenhorstii* Grun. = *N. thuringiaca* Rbh. var. b) *linearis*, (Nr. 9, p. 22 (d.), T. I, f. 19, Nr. 21). — *N. rhynchocephala* Kütz. var. δ) *genuina* Grun. forma *Schumanni*, (Nr. 14, Nr. 21). — *Navicula* spec.? (Nr. 38 (d.), f. 2). — *Navicula* spec.? (Nr. 34 (d.), f. 1).

Nitzschia curvula (Ehrb.) Sm. a) *typica* Gutw. (= *Nav. curvula* Ehrb.), (Nr. 9). — *N. sigma* (Kuetz.) W. Sm. var. n. (Nr. 34 (d.), f. 2).

Orthosira arenaria Sm. (*Melosira arenaria* Moore) a) *typica* (Nr. 12 (d.), Nr. 14 (d.), Nr. 21, Nr. 32). — *O. arenaria* Sm. var. b) *granulata* (Nr. 9, p. 36 (d.), T. I, f. 32, Nr. 11, Nr. 12, Nr. 21).

Pinnularia macilenta Ehr. a) *genuina* (Nr. 6, p. 141 (d.), Nr. 14—na podstawie prac Grunowa Gutwiński wykreśla tę odmianę). — *P. macilenta* Ehr. b) *stauroneiformis* (Nr. 6, p. 141 (d.), Nr. 14, Nr. 21 = *Navicula oblonga* (Kuetz) var. *stauroneiformis*, Nr. 39). — *P. mesolepta* Sm. a) *genuina* (Nr. 6, p. 142 (d.).

Schizostauron Treubii (Nr. 34 (d.), f. 6).

Stauroneis linearis b) *minima* (Nr. 9, p. 23). — *S. tatrica* (= *Schizostauron tatricum* (Gutw.) De Toni) (Nr. 9, p. 24 (d.), T. I, f. 20, Nr. 11, Nr. 12, Nr. 21, Nr. 39, Nr. 40). — *S. capitata* Ehrenb. var. *hastata* (Rabh.) Gutw. Nr. 14, Nr. 20, Nr. 21).

Synedra capitata Ehrenb. var. a) *typica* (Nr. 14, Nr. 20, Nr. 21). — *S. biceps* (?) Kuetz forma? (Nr. 14 (d.), tab. III, f. 32, Nr. 21 *S. Ulna* (Nitzsch.) Ehrenb. var. *longissima* W. Sm. Brun.). — *S. Sceptrum* (Nr. 9, p. 34 (d.), T. I, f. 29, Nr. 20, Nr. 21, Nr. 25). — *S. Sceptrum* var. *meolepta* (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), Nr. 21). — *S. Sceptrum* forma *fossilis* (Nr. 29 (d.), p. 120).

CHLOROPHYCEAE.

VOLVOCALES.

Gleocystis cincta, (Nr. 20 (d.), tab. II, f. 6, Nr. 21 = *Gloeotaenium Loitesbergianum* Hansg.). — *G. maxima*, (Nr. 20 (d.), tab. II, f. 5, Nr. 21).

PROTOCOCCALES.

Pediastrum angulosum (Ehrenb.) Menegh. var. *truncatum*, (Nr. 20, tab. II, f. 3 (d.), Nr. 21). — *P. biradiatum* Meyen (*P. Rotula* A. Br.) var. *longecornutum*, (Nr. 22 (d.), tab. VII, f. 64, Nr. 25).

Scenedesmus bacillaris (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), p. 20, tab. I, f. 1, Nr. 21). — *S. costatus* Schmidle var. β) *De Wildemanii*, (Nr. 34 (d.), f. 4).— *S. costatus* Schmidle var. *poriferus* (= *Coelastrum Bohlinii* Schmid. et Senn,) (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 5). — *S. quadricauda* (Turp.) Bréb. forma e) *hyperabundans*, (Nr. 10 (d.), Nr. 14 (d.), p. 20, tab I, f. 2, Nr. 18, Nr. 20, tab. II, f. 2, Nr. 21).

ULOTRICHALES.

Oedogonium Cryptoporum Wittr. var. *vulgare* Wittr. forma *abbreviata*, (Nr. 26 (d.)). — *Oe. Hirnii*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 1, Nr. 25). — *Oe. pachydermum* Wittr. et Lund. forma n. (Nr. 20, tab. II, f. 1, Nr. 21).— *Oe. Schmidlei*, (Nr. 22 (d.), tab. V, f. 2, Nr. 25).

Trentepohlia malleiformis, (Nr. 39 (d.), t. VII, f. 4).

SIPHONOCLADIALES.

Cladophora Raciborskii, (Nr. 34 (d.), f. 3).

SIPHONALES.

Conferva Raciborskii, (Nr. 13 (d.), Nr. 16 (d.), tab. I, f. 1, Nr. 21, Nr. 30, Nr. 39, Nr. 40).

Vaucheria De-Baryana Wor. var. *Schmidlel*, (Nr. 37 (d.), t. IX, f. 1).

SPRAWOZDANIE

z działalności Polskiego Towarzystwa Botanicznego za okres od 1 kwietnia 1933 r. do 31 marca 1934 r.

WŁADZE TOWARZYSTWA.

W okresie sprawozdawczym Zarząd Główny Towarzystwa tworzyli p. p.:

Prezes: prof. Z. Wóycicki,
Vice-prezes: Dr. B. Hryniewiecki,
Sekretarz generalny: prof. Dr. S. Dziubałtowski,
Skarbnik główny: doc. Dr. W. Moycho,
Bibljotekarz: doc. Dr. Fr. Skupieński,
Redaktor organu: prof. Dr. K. Bassalik,
Członkowie bez określonej funkcji: prof. Dr. St. Kulczyński i prof. Dr. K. Piech.

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW:

Warszawskiego: — prof. Dr. M. Korczewski;
Lwowskiego: — prof. Dr. S. Krzemieniewski;
Krakowskiego: — prof. Dr. Wł. Szafer;
Wileńskiego: — prof. Dr. P. Wiśniewski;
Poznańskiego: — prof. Dr. A. Wodziczko.

KOMISJA REWIZYJNA.

Skład Komisji stanowili p. p. Dr. P. Hoser, Dr. R. Kobendza i mec. W. Szmidecki.

DZIAŁALNOŚĆ ZARZĄDU GŁÓWNEGO,

jak i w latach poprzednich, polegała na wydawaniu organu Towarzystwa Acta Societatis Botanicorum Poloniae, kierowaniu ogólnemi sprawami Towarzystwa i koordynowaniu działalności Oddziałów Towarzystwa.

Ciężkie warunki materjalne i wynikająca stąd konieczność daleko posuniętej oszczędności sprawiły, że ilość posiedzeń pełnego Zarządu ograniczono do 2. Jedno z nich odbyło się w Poznaniu dn. 12 września 1933 r., drugie zaś w Warszawie dn. 24 lutego 1934 r. Prezydjum Zarządu zbierało się w miarę potrzeby dla załatwienia spraw bieżących lub przekazania przez pełny Zarząd, a w wypadkach ważniejszych porozumiewało się z członkami Zarządu za pomocą kurrend.

W roku sprawozdawczym głównem usiłowaniem Zarządu było zdobywanie środków na wydawanie organu. Nie potrzebujemy chyba dodawać, że praca ta napotyka na coraz większe trudności i wymaga coraz większych wysiłków Towarzystwa. Dzięki zabiegom Zarządu, szczególnie jego prezesa, potrzebne środki zdobyto. To też Acta Societatis Botanicorum Poloniae jest w Polsce czasopismem naukowem, które w czasie kryzysu wychodzi regularnie i dociera do najodleglejszych ośrodków pracy naukowej zagranicą.

Fakt ten nakłada ciężkie obowiązki nietylko na Zarząd Główny, który z natury swej jest odpowiedzialny za instytucję i przejawy jej działalności, lecz i na wszystkich członków Towarzystwa. Tem się tłumaczy negatywne stanowisko Zarządu wobec tendencji obniżenia składki członkowskiej, jakie znalazły wyraz w uchwałach jednego z Oddziałów, a i w innych, trzeba przyznać objektywnie, miały licznych zwolenników.

Pozatem z innych czynności Zarządu Głównego należy wspomnieć następujące:

1. Zatwierdzono opracowany przez osobną komisję regulamin przedstawiania kandydatów na członków honorowych oraz członków-korespondentów Towarzystwa.

2. Wzięto udział w III Międzynarodowym Kongresie Cytologów w Cambridge przez swego delegata prof. K. Piecha z Krakowa.

3. Wystarano się o opłacenie przez M. W. R. i O. P. 1 miejsca dla badaczów polskich na Stacji Geobotanicznej w Montpellier na okres trzyletni (1933 — 1935).

4. Oprócz normalnego rocznika „Acta", wydrukowano: a) Pamiętnik III-go Zjazdu Botaników Słowiańskich w Polsce. Wcześniejsze wydanie tego Pamiętnika było niemożliwe wobec braku środków i odmowy udzielenia zasiłku na ten cel przez M. S. Z. b) Słownictwo botaniczne polskie w zakresie cytologji i histologji. Dodać należy, że na ten cel Towarzystwo uzyskało 300 zł. zasiłku od M. O. S. i c) Zarys historji botaniki w Polsce z portretami botaników polskich — prof. B. Hryniewieckiego.

5. Czyniono starania w P. Akademji Umiejętności o przyśpieszenie wydania II tomu dzieł ś. p. prof. E. Godlewskiego.

6. Zastanawiano się nad sposobami informowania zagranicy o polskich pracach botanicznych. Ponieważ narazie poza bibljografją inne sposoby informowania są niewykonalne, postanowiono starać się o uzupełnienie za ostatnie lata bibljografji botanicznej, drukowanej w „Acta'ch".

7. Zastanawiano się również nad organizacją polskiej delegacji na Międzynarodowy Zjazd Botaniczny w Amsterdamie w r. 1935.

8. Zajęto stanowisko pozytywne w sprawie utworzenia Parku Narodowego w Tatrach. Wobec ataków, podnoszonych w prasie przeciwko członkowi Zarządu i jednemu z czołowych obrońców Parku Narodowego w Tatrach prof. Wł. Szaferowi, wyrażono mu uznanie za pracę na polu ochrony przyrody ojczystej.

9. Poczyniono odpowiednie kroki w M. W. R. i O. P. o przyznanie zasiłku dla 15 delegatów Towarzystwa na IV Zjazd botaników słowiańskich, który miał się odbyć w Jugosławji. Wobec śmierci jednego z organizatorów Zjazdu (ś. p. Prof. Košanina) i wobec trudności finansowych Zjazd ten został odroczony przez kol. botaników jugosłowiańskich do roku 1936 (w roku 1935 odbędzie się międzynarodowy zjazd botaniczny w Holandji).

Działalność Oddziałów rozwijała się normalnie, wyrażając się w urządzaniu posiedzeń naukowych z referatami, komunikatami i demonstracjami. Ilość posiedzeń naukowych we wszystkich Oddziałach Towarzystwa wynosiła 65 ze 130 referatami. Referaty obejmowały bądź wyniki własnych badań członków, bądź też ciekawsze zagadnienia na podstawie literatury bieżącej, dając obraz postępów we wszystkich dziedzinach botaniki czystej i stosowanej.

W r. sprawozdawczym Oddział Poznański wydrukował z zasiłku Funduszu Kultury Narodowej książkę prof. J. Paczoskiego p. t. Podstawowe zagadnienia geografji roślin oraz zorganizował w ramach XIV Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Walne Zebranie i Zjazd doroczny P. T. B.

Wspominając o powyższem, miło jest Zarządowi na tem miejscu podziękować Oddziałowi Poznańskiemu za doskonałą organizację i wszelkie ułatwienia, z jakich nasi członkowie korzystali w czasie Zjazdu. Liczba członków P. T. B. wynosiła: honorowych 2, członków-korespondentów 19, zwyczajnych 148, nadzwyczajnych 203 — razem 372. W porównaniu z r. ub. ogólna liczba członków zmniejszyła się o 6.

Przychód wynosił zł. 16.799,48, rozchód zaś zł. 13.598,39, nadwyżka zł. 3.201,09.

Doroczny Zjazd i Walne Zebranie P. T. B. odbyły się w dniach 29 i 30 czerwca 1934 r. w Wilnie w obecności 23 członków zwyczajnych i 30 nadzwyczajnych oraz licznych gości. Na uroczystem otwarciu Zjazdu prof. K. Bassalik wygłosił wykład inauguracyjny p. t. Bios i hormony w państwie roślinnem.

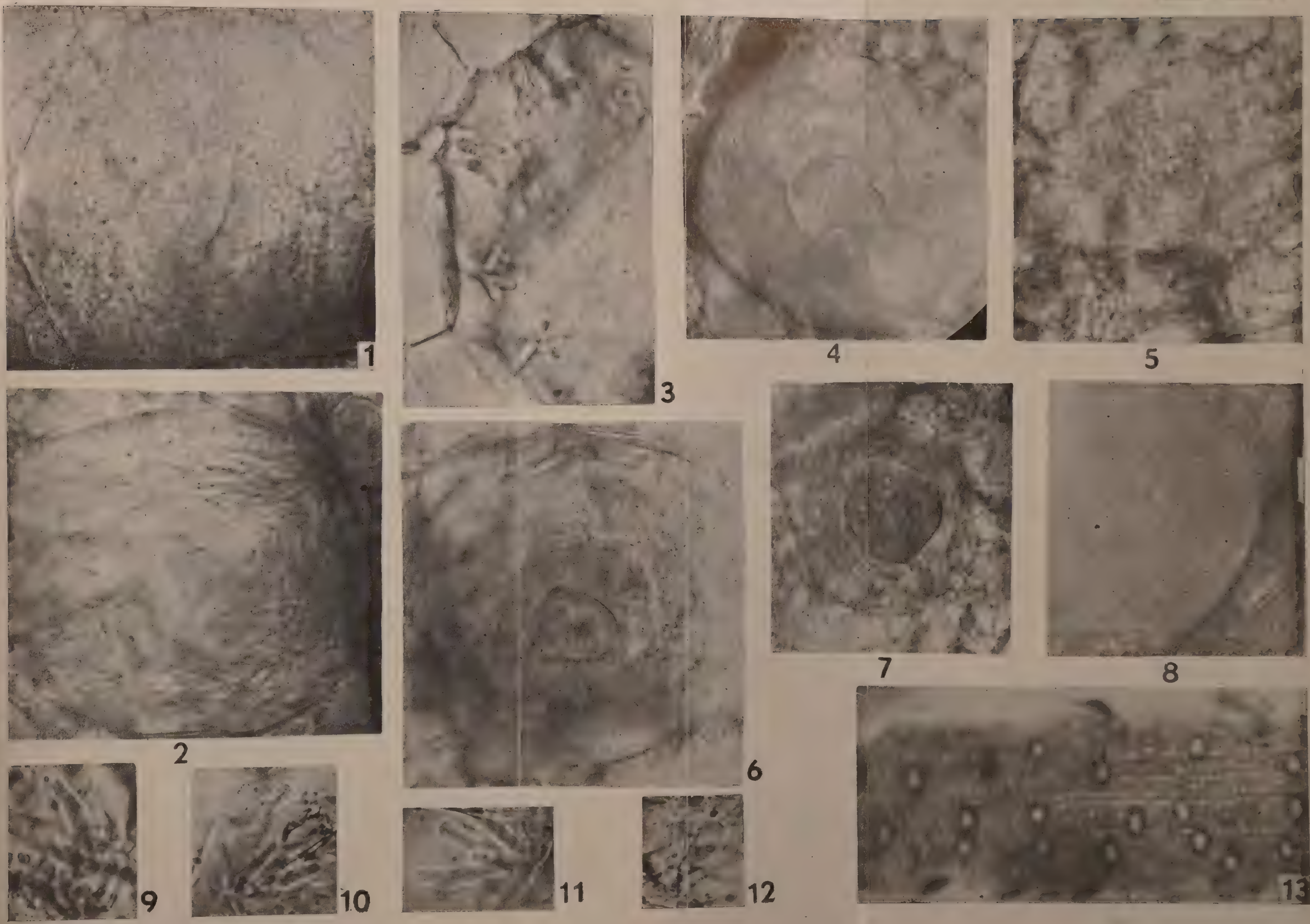
W części administracyjnej Walne Zebranie wysłuchało sprawozdania Zarządu z działalności Towarzystwa i Komisji Rewizyjnej. Po udzieleniu absolutorjum Zarządowi Walne Zebranie wybrało ponownie do Zarządu p.p. prof. dr. B. Hryniewieckiego i doc. dr. Fr. Skupieńskiego, a do Komisji Rewizyjnej p.p. prof. dr. P. Hosera, Wł. Jedlińskiego i W. Szmideckiego. Następne Walne Zebranie postanowiono odbyć, zgodnie z zaproszeniem Oddziału Krakowskiego, w Krakowie.

W części referatowej wygłoszono 14 referatów. Ponadto było zorganizowane dla uczestników Zjazdu zwiedzanie miasta pod fachowem kierownictwem.

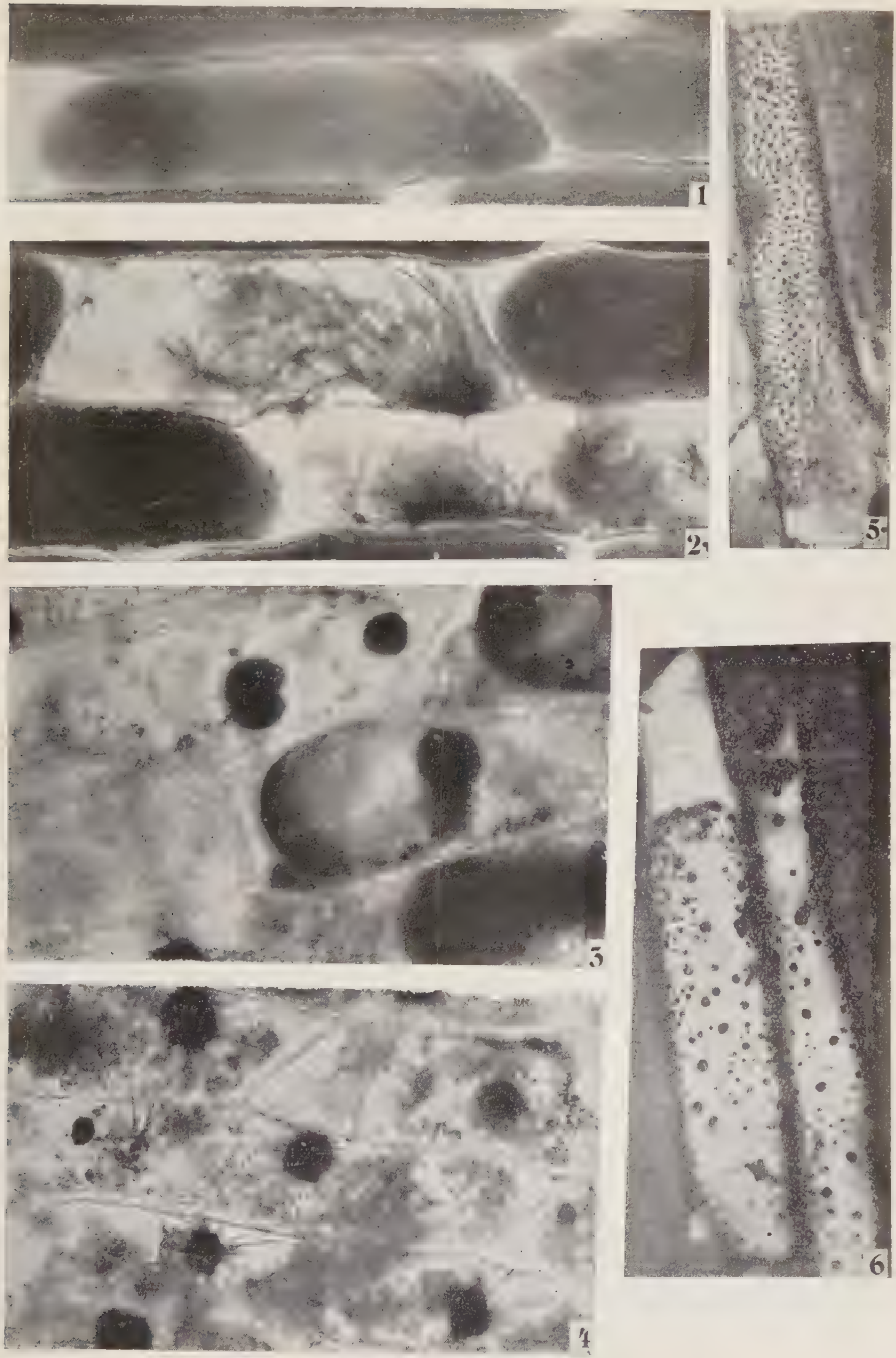
Dnia 1 lipca odbyła się całodzienna wycieczka do puszczy Rudnickiej.

Doskonała organizacja Zjazdu i niezwykła gościnność Wilnian pozostawiły jaknajlepsze wspomnienia u uczestników Zjazdu i wdzięczność za miły pobyt w Wilnie.

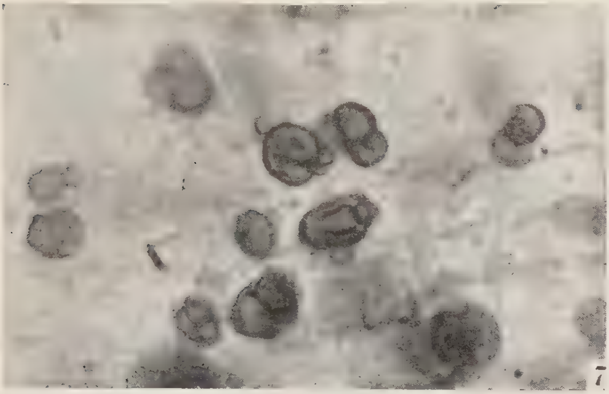
Sekretarz S. DZIUBAŁTOWSKI

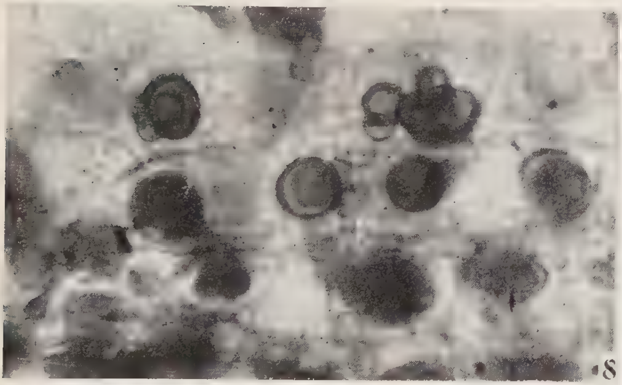


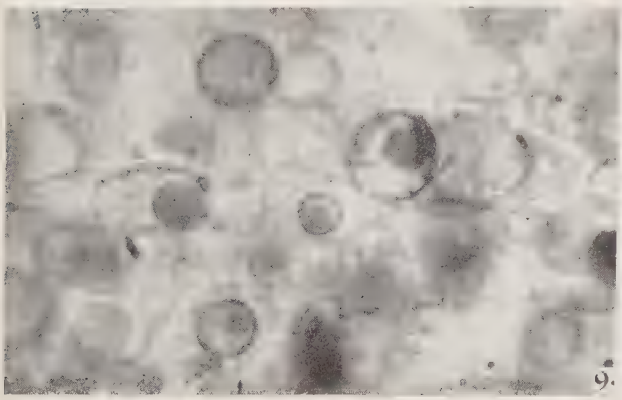
Zofja Beckerowa.



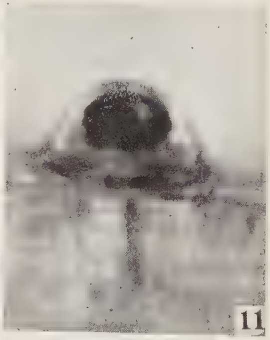
W. A.Becker und Z. Beckerowa.


7

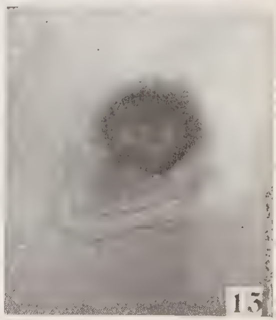

8


9

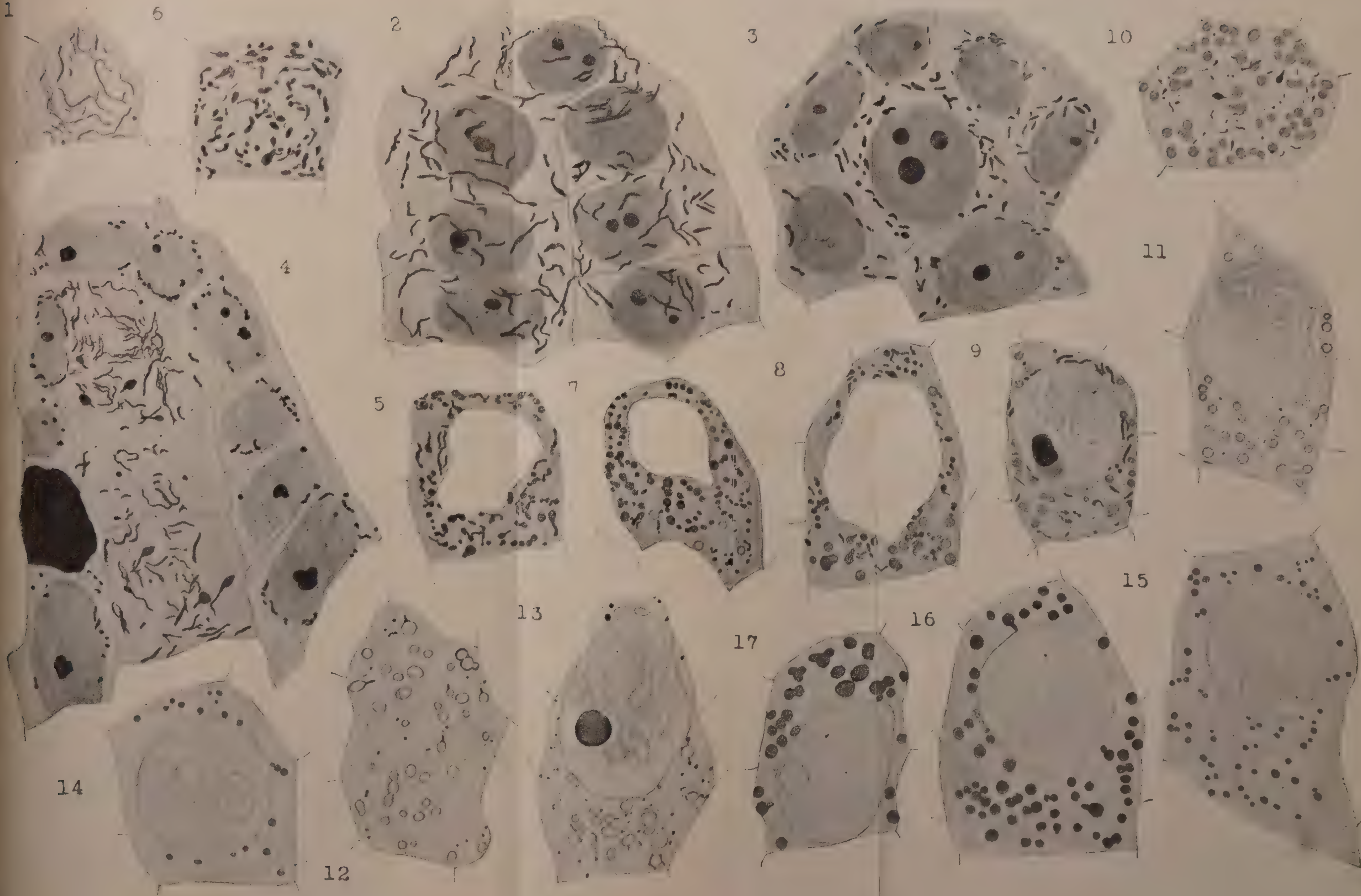

10


11


12

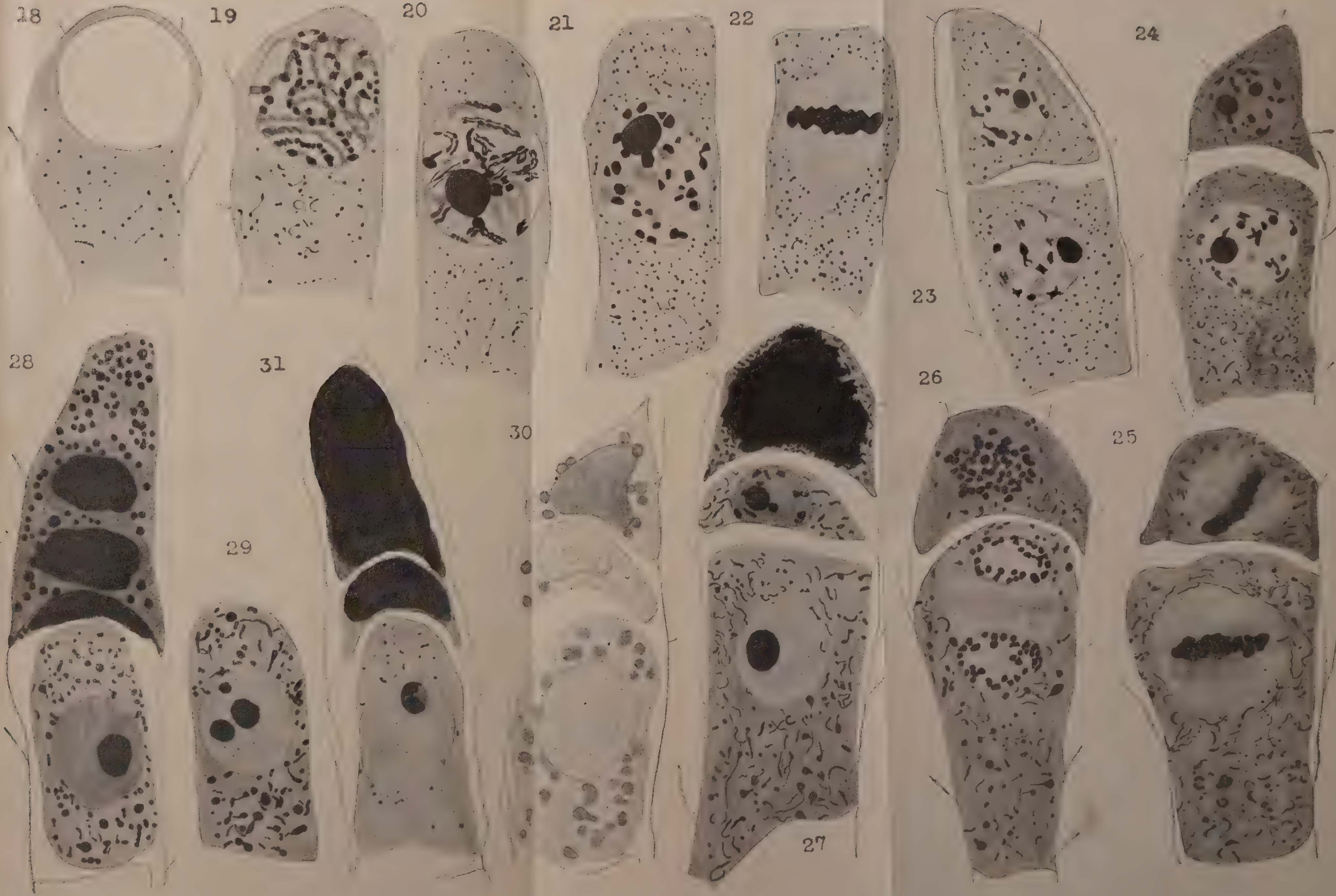

13

W. A. Becker und Z. Beckerowa.

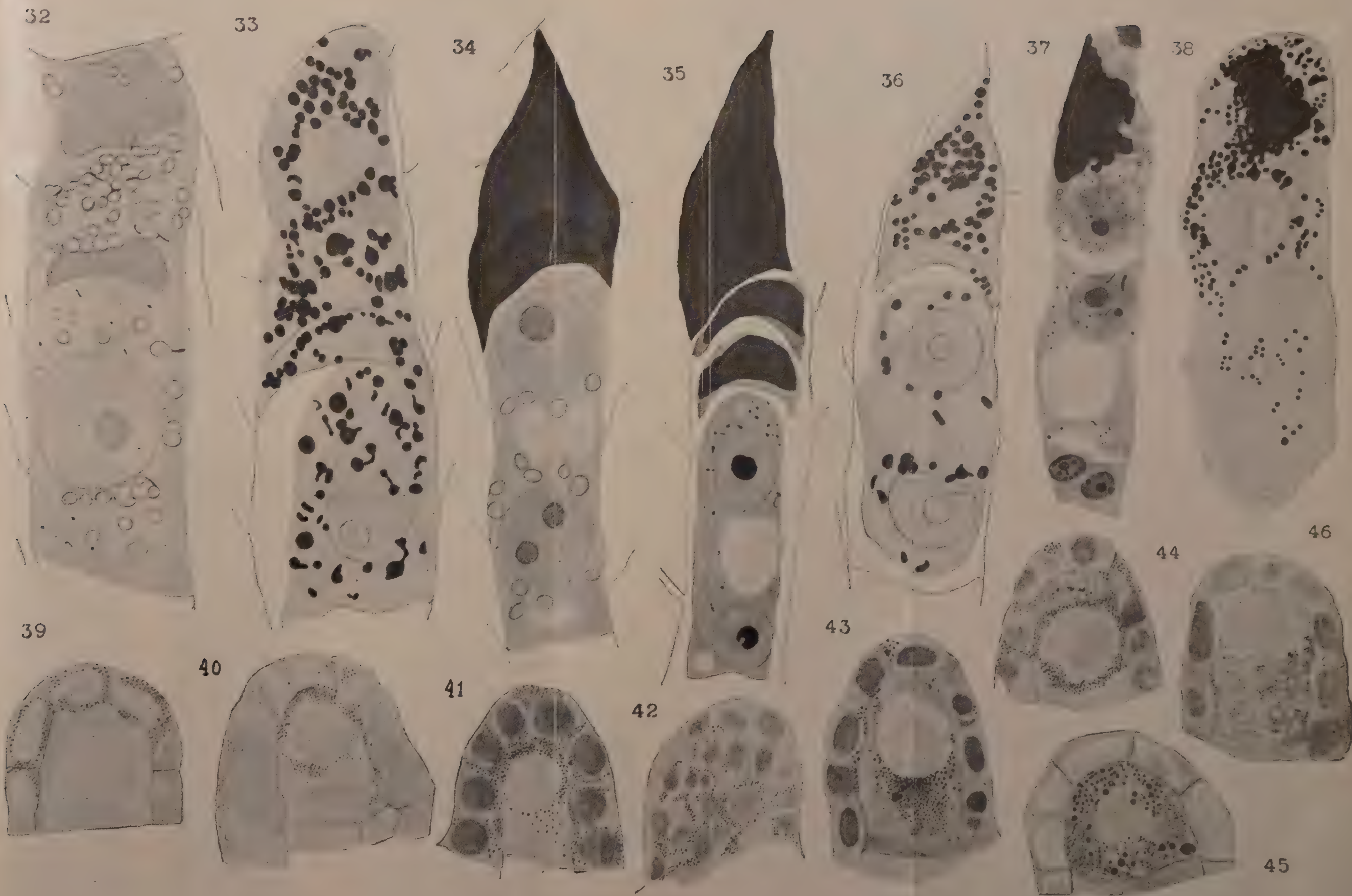


Helena Siwicka-Tarwidowa.

Tablica (Planche) VIII.



Helena Siwicka-Tarwidowa.



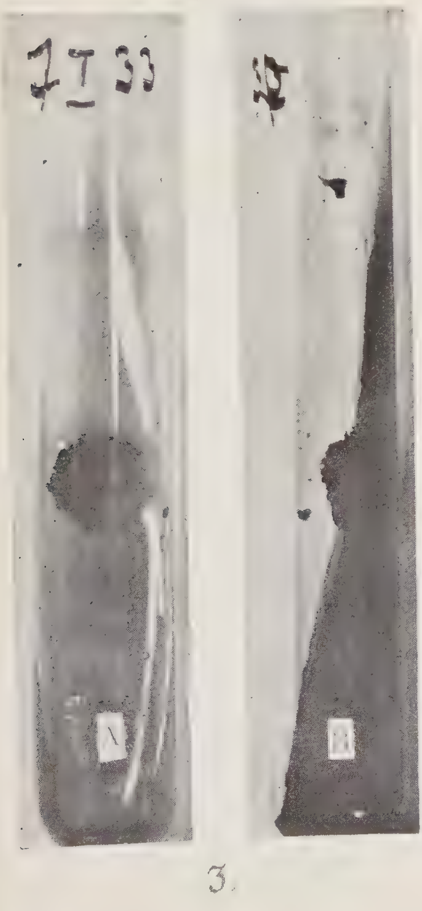
Helena Siwicka-Tarwidowa.



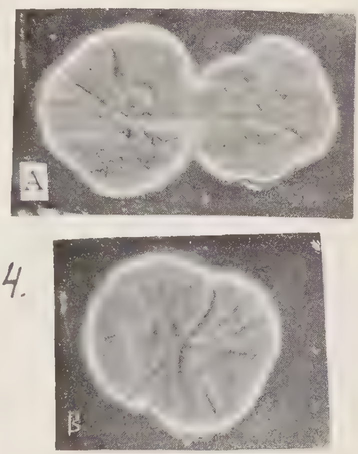
1.



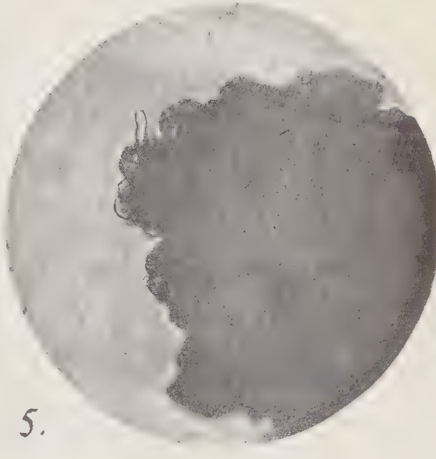
2.



3.

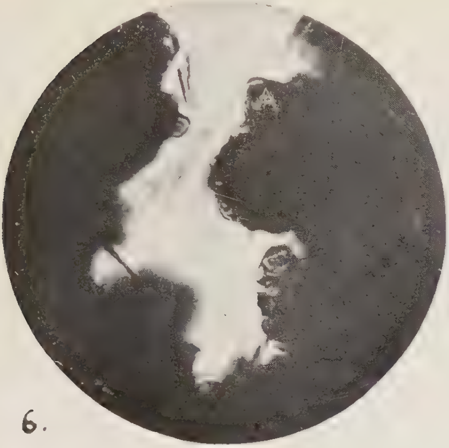


4.

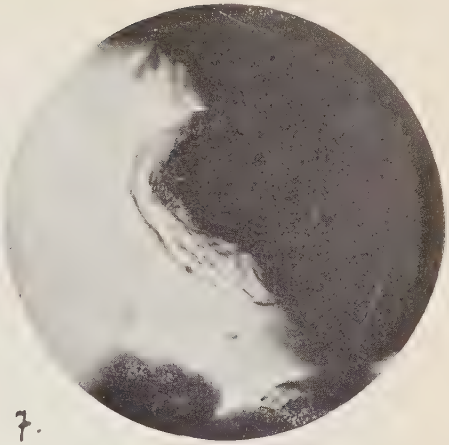


5.

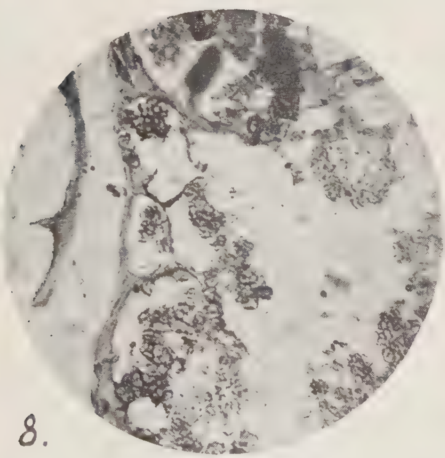
F. X. Skupieński.



6.



7.



8.



9.

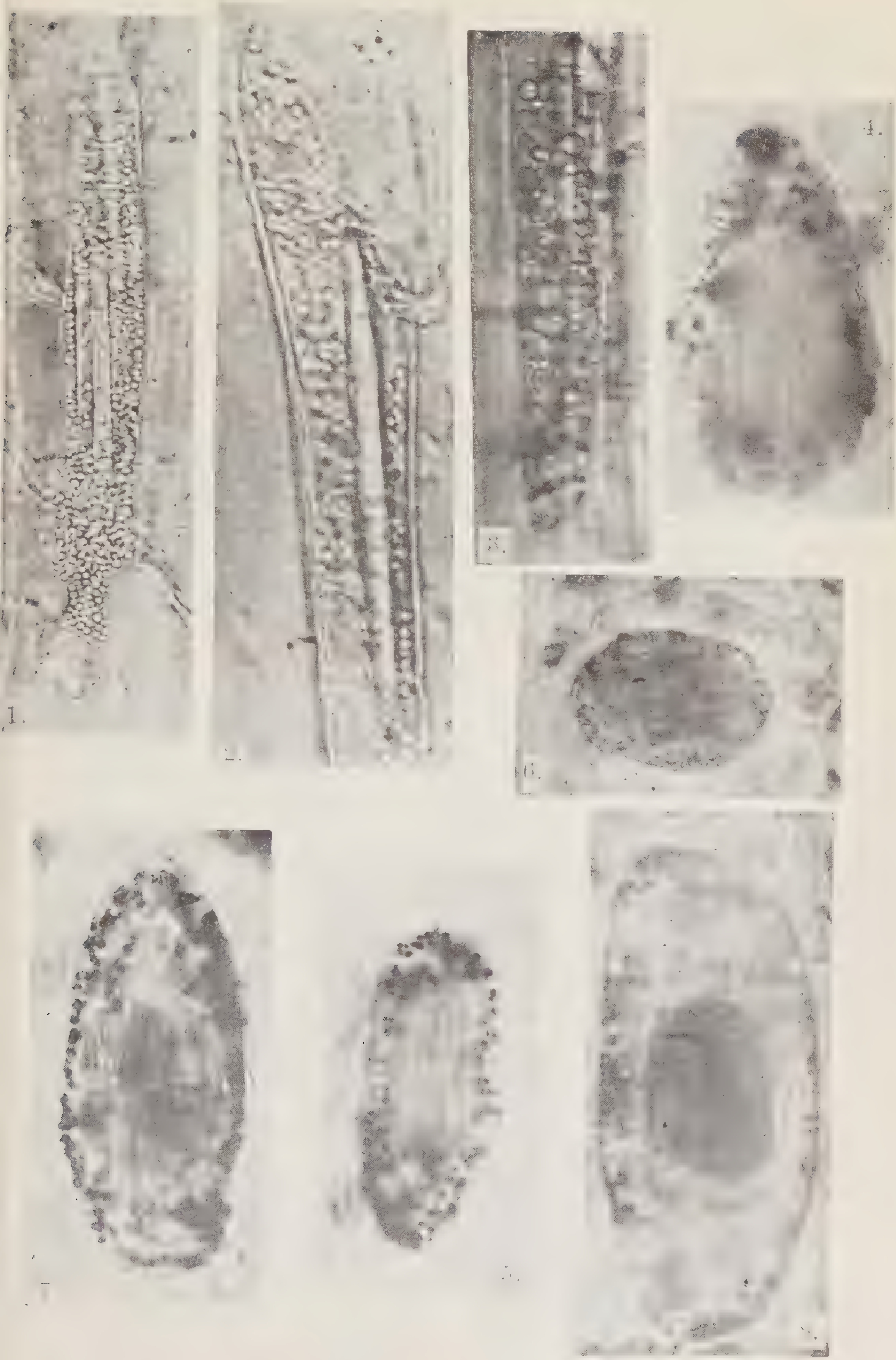


10.

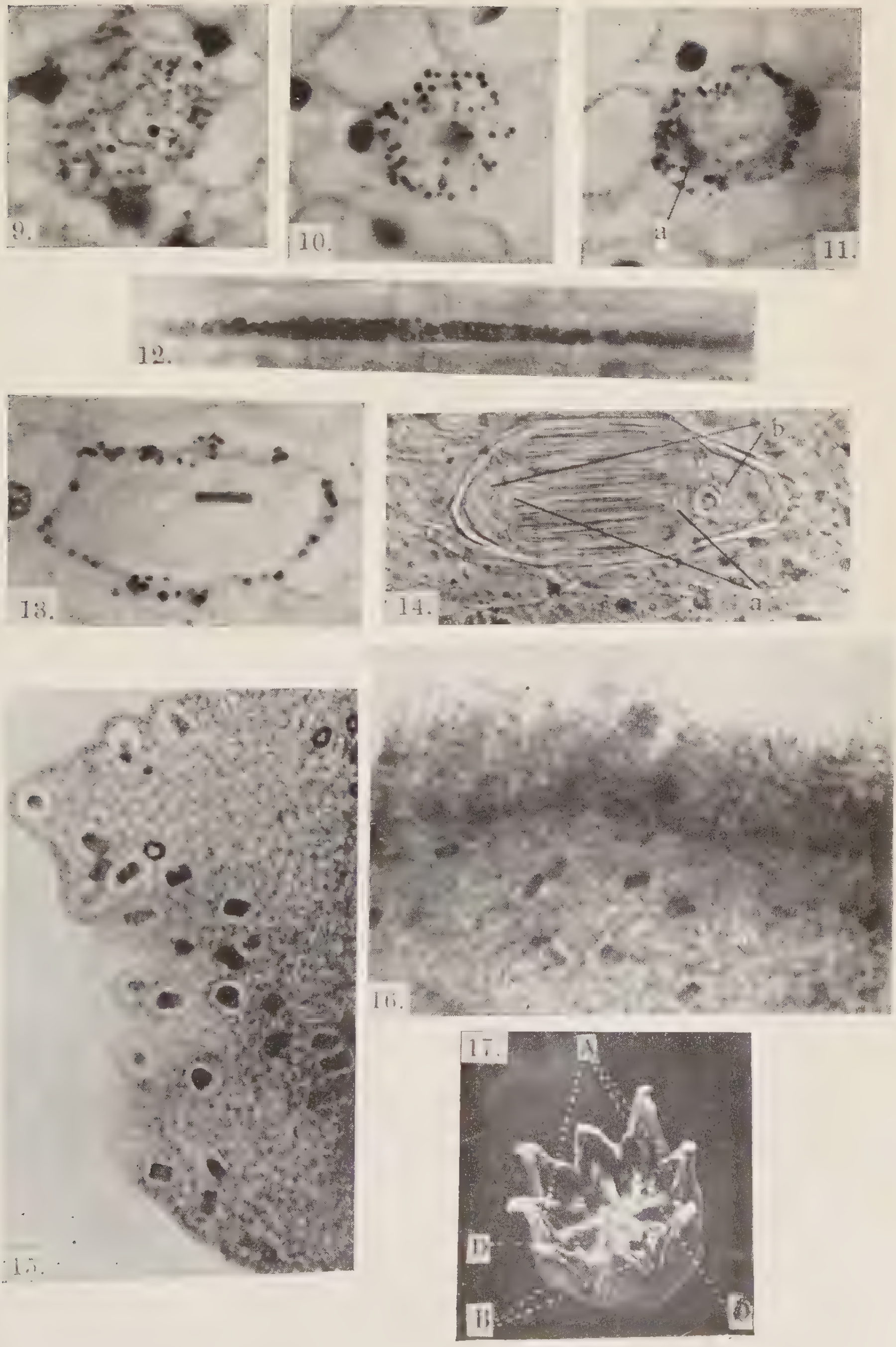


11.

F. X. Skupieński.



Z. Wóycicki.



Z. Wóycicki.